

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

Методичні вказівки
до виконання курсового проекту
з дисципліни

ГЕОДЕЗІЯ

*(для студентів 3 курсу заочної форми навчання напрямку підготовки
6.080101 Геодезія, картографія та землеустрій)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2015

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «ГЕОДЕЗІЯ» (для студентів 3 курсу заочної форми навчання напряму підготовки 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: Д. В. Шаульський. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 56 с.

Укладач: **Д. В. Шаульський**

Рецензент: **І. С. Глушенкова**, кандидат технічних наук, доцент Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова.

Затверджено на засіданні кафедри геоінформаційних систем, оцінки землі та нерухомого майна, протокол №15 від 02.04.2015 р.

ЗМІСТ

Передмова.....	5
1 Структура курсового проекту.....	6
2 Вимоги до змісту структурних елементів основної частини курсового проекту.....	7
2.1 Розрахунок прямих і кривих ділянок траси автодороги.....	7
2.2 Математична обробка результатів технічного нівелювання рельєфу місцевості по трасі лінійної споруди.....	10
2.3 Складання поздовжнього профілю.....	13
2.4 Проектування траси автодороги.....	16
2.5 Складання поперечних профілів.....	21
2.6 Розрахунок об'ємів земляних робіт.....	24
2.7 Детальне розмічування кругової кривої.....	25
2.7.1 Спосіб прямокутних координат.....	26
2.7.2 Спосіб полярних координат.....	27
2.7.3 Спосіб продовжених хорд	28
2.8 Проектування поздовжнього профілю підземного трубопроводу.....	29
2.8.1 Проектування профілю газопроводу.....	29
2.8.2 Проектування профілю водовідвідного трубопроводу.....	32
2.9 Висновки.....	35
2.10 Перелік посилань.....	35
2.11 Додатки.....	35
3 Вимоги до оформлення матеріалів курсового проекту.....	38
Список джерел.....	34
Додаток А Вихідні дані до виконання курсового проекту.....	39
Додаток Б Зразок титульного аркушу курсового проекту.....	42
Додаток В Бланк завдання на виконання курсового проекту.....	43
Додаток Г Зміст курсового проекту.....	44

Додаток Д Пікетажний журнал траси.....	45
Додаток Е Відомість кутів повороту прямих і кривих.....	46
Додаток Ж Журнал технічного нівелювання місцевості по трасі лінійної споруди.....	47
Додаток З Відомість підрахунку об'ємів земляних робіт.....	49
Додаток И Креслення детального розмічування кривої способом прямокутних координат.....	50
Додаток К Креслення детального розмічування кривої способом полярних координат.....	51
Додаток Л Креслення детального розмічування кривої способом продовжених хорд	52
Додаток М Зразки оформлення штампу графічних матеріалів	53
Додаток Н Обчислювальний шрифт.....	54
Додаток П Стандартний шрифт ГОСТ 2.304-81 Тип А.....	55

ПЕРЕДМОВА

Ці методичні вказівки визначають зміст, послідовність і способи виконання курсового проекту на тему **«Інженерно-геодезичні вишукування траси лінійної споруди»**, передбаченого робочою програмою дисципліни «Геодезія».

Поздовжні і поперечні профілі лінійної споруди є одними з основних документів, необхідних для будівництва та експлуатації автодоріг, водовідвідних мереж та газопроводів. Інженерно-геодезичні вишукування траси лінійної споруди та побудова поздовжнього профілю є найбільш складною і творчою роботою, тому що положення траси в просторі повинне відповідати певним техніко-економічним та екологічним вимогам, які надалі гарантуватимуть безпечні умови експлуатації лінійної споруди.

Для допомоги у самостійному виконанні курсового проекту студентами заочної форми навчання напряму підготовки 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій» у цих методичних вказівках приведені вихідні дані, приклади необхідних обчислень та зразки оформлення графічних матеріалів.

Перш ніж приступати до курсового проектування слід оволодіти необхідними знаннями складу робіт, що виконують при польових інженерно-геодезичних вишукуваннях траси лінійних споруд, математичної обробки результатів технічного нівелювання рельєфу місцевості, правил складання поздовжнього профілю земної поверхні та проектування на ньому профілю автодороги, газопроводу та водовідвідного трубопроводу відповідно до встановлених вимог [1 - 5].

Курсовий проект студенти виконують за вихідними даними (Додаток А), які відповідають індивідуальному номеру варіанту (призначається викладачем).

Після перевірки звітних матеріалів викладачем та виправлення вказаних недоліків, курсовий проект необхідно оформити з дотриманням вимог, наведених в цих методичних вказівках. Оформлений курсовий проект захищається студентом і заліковується викладачем.

Прилади та приладдя: креслярська лінійка, гостро заточений твердий олівець, гумка, чорна, червона та синя ручки, циркуль, транспортер, мікрокалькулятор.

Безпомилковість математичного опрацювання вихідних даних, акуратність графічних побудов, відповідність оформлення текстової частини встановленим вимогам, зовнішній вигляд роботи та повнота відповідей при захисті проекту впливають в кінцевому рахунку на кількість балів, які отримує студент за виконання курсового проекту.

1 СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Курсовий проект поділяють на вступну частину, основну частину і додатки. *Вступна частина* складається з:

- титульного аркуша;
- завдання на розробку курсового проекту;
- реферату;
- змісту;
- переліку умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів.

Основна частина курсового проекту містить:

- вступ;
- розділи курсового проекту (відповідно до змісту);
- висновки;
- перелік посилань.

Додатки розміщують після основної частини.

Титульний аркуш є першою сторінкою курсового проекту, його оформлюють за зразком, наведеним у додатку Б. Безпосередньо за титульним аркушем розміщують **завдання на виконання курсового проекту** (додаток В) – це документ, який визначає обсяг роботи і термін її виконання.

Реферат призначений для ознайомлення з курсовим проектом – він має бути стислим, інформативним і містити відомості, що дозволяють уявити суть проекту. Реферат складається з:

- відомостей про кількість частин проекту, кількість рисунків, таблиць, додатків, джерел згідно переліку посилань;
- тексту, в якому наводять об'єкт, мету, результати, основні конструктивні та техніко-експлуатаційні характеристики проекту і висновки;
- переліку ключових слів (що є визначальними для розкриття суті курсового проекту), надрукованих великими літерами у називному відмінку в рядок через коми.

Обсяг реферату – одна сторінка аркушу формату А4.

Безпосередньо після реферату, починаючи з нової сторінки, розміщують **зміст** (додаток Г) із зазначенням початкових номерів сторінок структурних елементів курсового проекту.

Усі прийняті в курсовому проекті малопоширені умовні позначення, символи, одиниці, скорочення і терміни пояснюють у **переліку**, який розміщують безпосередньо після змісту, починаючи з нової сторінки. Незалежно від цього при першій появі цих елементів у тексті наводять їх розшифрування.

2 ВИМОГИ ДО ЗМІСТУ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ОСНОВНОЇ ЧАСТИНИ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Основну частину курсового проекту починають із **вступу** обсягом 1 –2 сторінки, де вказують предмет і об’єкт проекту, формулюють мету і завдання розробки, коротко викладають оцінку сучасного стану галузі, відмічаючи підстави для виконання роботи.

Після вступу розміщують розділи курсового проекту, кожен з яких закінчують логічним висновком. Розділ не повинен закінчуватися формулою, рисунком або таблицею.

2.1 Розрахунок прямих і кривих ділянок плану траси автодороги

Трасою називається вісь лінійної споруди. Основними елементи траси є: *план* – її проекція на горизонтальну площину і *поздовжній профіль* – вертикальний розріз за проектною лінією, тобто проекція на вертикальну площину.

В плані траса складається із прямих ділянок різного напрямку, сполучених між собою круговими кривими (рис. 2.1). У поздовжньому профілі траса складається з ліній різноманітних ухилів, при необхідності з’єднаних між собою вертикальними круговими кривими.

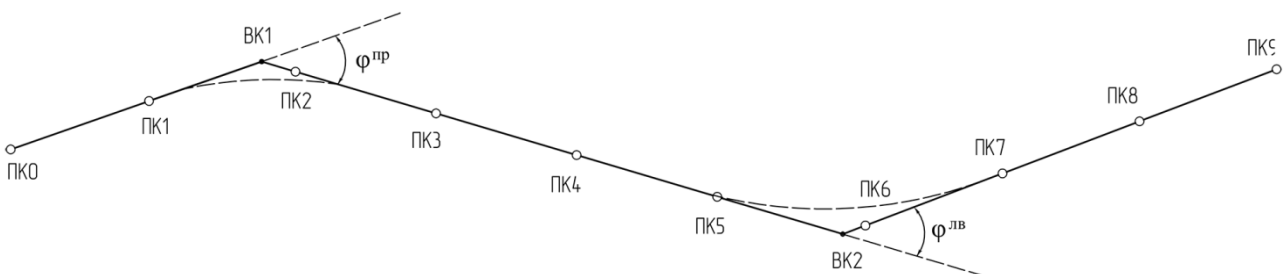


Рисунок 2.1 – План траси лінійної споруди

Для розбивки плану траси на місцевості необхідно знати довжини її прямих та кривих ділянок і їх розміщення відносно пікетів.

За вихідними даними (радіусами кругових кривих R_1 і R_2 , кутами повороту траси $\varphi^{\text{пр}}$ та $\varphi^{\text{лв}}$, і пікетажним положенням вершин двох кутів повороту BK1 і BK2 необхідно розрахувати *основні елементи* двох кругових кривих і пікетажне розміщення їх *головних точок*.

Головними точками кругової кривої, що визначають її положення на місцевості, є: її початок (ПК), середина (СК), кінець (КК) та вершина кута повороту траси (ВК). Основні елементи кругової кривої (рис. 2.2) визначають за

допомогою спеціальних таблиць [6, 7] або обчислюють за допомогою інженерного мікрокалькулятора за формулами:

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}; \quad (2.1)$$

$$K = \frac{\pi \cdot R \cdot \varphi}{180}; \quad (2.2)$$

$$Д = 2T - K; \quad (2.3)$$

$$Б = R \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{\varphi}{2}} - 1 \right), \quad (2.4)$$

де T – тангенс (відстань від початку кривої до вершини кута повороту траси);

K – довжина кривої;

R – радіус (обирають при проектуванні дороги виходячи з конкретних технічних умов);

φ – кут повороту траси;

$Д$ – домір (різниця між двома тангенсами та довжиною кривої);

$Б$ – бісектриса (відстань від вершини кута повороту до середини кривої).

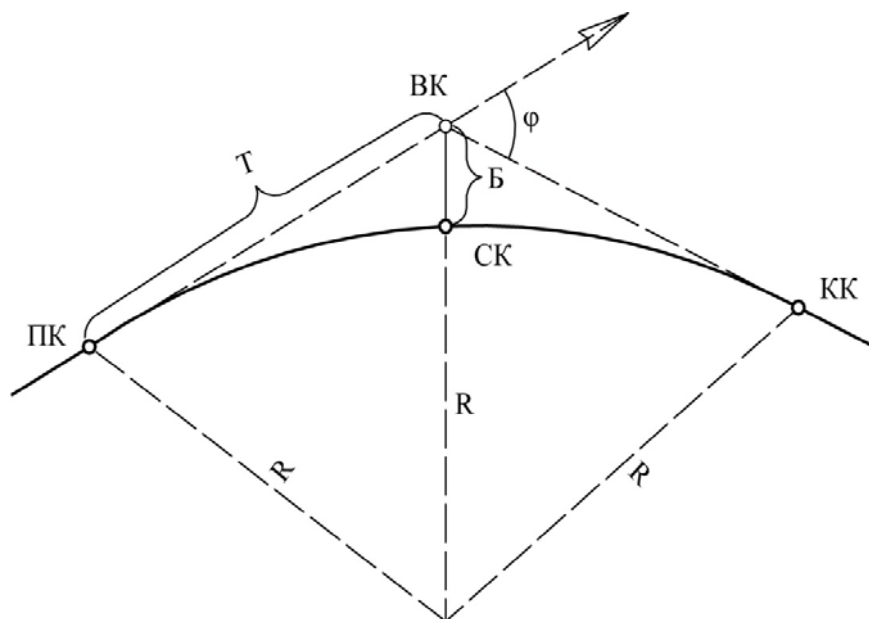


Рисунок 2.2 – Головні точки і основні елементи кругової кривої

Наприклад, при радіусі кругової кривої $R = 100$ м і куті повороту $\varphi = 48^{\circ}22'$ елементи кругової кривої, обчислені за формулами (2.1 – 2.4), дорівнюватимуть:

$$T = 100 \cdot \operatorname{tg} \frac{48^{\circ}22'}{2} = 44.91 \text{ м};$$

$$K = \frac{3.1416 \cdot 100 \cdot 48^{\circ}22'}{180} = 84.42 \text{ м};$$

$$Д = 2 \cdot 44.91 - 84.42 = 5.40 \text{ м};$$

$$Б = 100 \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{48^{\circ}22'}{2}} - 1 \right) = 9.62 \text{ м}.$$

Пікетажне значення головних точок кругової кривої обчислюють за формулами:

$$\begin{aligned} \text{Пк ПК} &= \text{Пк ВК} - T; \\ \text{Пк КК} &= \text{Пк ПК} + K, \end{aligned} \quad (2.5)$$

де Пк ПК – пікетажне значення початку кривої;

Пк ВК – пікетажне значення вершини кута повороту траси;

Пк КК – пікетажне значення кінця кривої;

Контроль обчислень здійснюють за формулою

$$\text{Пк КК} = \text{Пк ВК} + T - Д. \quad (2.6)$$

Розрахунки пікетажного значення головних точок кругових кривих виконують в пікетажному журналі (додаток Д) праворуч від абриса траси.

За заданим дирекційним кутом початкового напрямку траси $\alpha_{\text{ПК0-ВК1}}$ і кутами повороту $\varphi^{\text{пр}}$; $\varphi^{\text{лв}}$ обчислюють дирекційні кути решти прямих ділянок траси за формулами:

$$\alpha_{n+1} = \alpha_n + \varphi^{\text{пр}}; \quad (2.7)$$

$$\alpha_{n+1} = \alpha_n - \varphi^{\text{лв}}; \quad (2.8)$$

де α_{n+1} – дирекційний кут наступної прямої ділянки траси;

α_n – дирекційний кут попередньої прямої ділянки траси;

$\varphi^{\text{пр}}$ – правий кут повороту траси;

$\varphi^{\text{лв}}$ – лівий кут повороту траси.

Наприклад, при дирекційному куті початкового напрямку траси $\alpha_{\text{ПК0-ВК1}} = 20^{\circ}00'$ і кутах повороту $\varphi^{\text{пр}} = 48^{\circ}22'$; $\varphi^{\text{лв}} = 34^{\circ}36'$ дирекційні кути решти прямих ділянок траси, обчислені за формулами (2.7 – 2.8), дорівнюватимуть:

$$\alpha_{\text{ВК1-ВК2}} = 20^{\circ}00' + 48^{\circ}22' = 68^{\circ}22'.$$

$$\alpha_{\text{ВК2-ПК7}} = 68^{\circ}22' - 34^{\circ}36' = 33^{\circ}24'.$$

Обчислені значення елементів кругових кривих, пікетажні значення їх головних точок, довжини і дирекційні кути прямих ділянок траси заносять до окремої відомості за зразком наведеним у додатку Е.

2.2 Математична обробка результатів технічного нівелювання рельєфу місцевості по трасі лінійної споруди

На місцевості виконано технічне нівелювання геометричним методом закріплених пікетів і проміжних точок траси. Результати польових вимірювань занесені до журналу технічного нівелювання (додаток Ж).

Необхідно виконати математичну обробку результатів технічного нівелювання рельєфу місцевості по трасі лінійної споруди.

Всі точки, які закріплені на місцевості по осі споруди, при технічному нівелюванні ділять на зв'язуючі і проміжні. Зв'язуючі точки є загальними для всіх суміжних станцій і використовуються для передачі висот на точки ходу. Всі інші точки нівелірного ходу називаються проміжними. Нівелювання зв'язуючих точок, виконують способом «із середини».

Для передачі абсолютних висот від найближчого репера (Рп135) на нульовий пікет прокладають нівелірний хід – виконують прив'язку осі траси до висотної мережі старших класів.

Математична обробка результатів технічного нівелювання передбачає контроль вимірювань безпосередньо на станціях в польових умовах, та остаточне врівноваження ходу при камеральній обробці результатів.

У курсовому проекті виконують повну обробку журналу технічного нівелювання (додаток Ж) у такій послідовності.

1. Обчислюють перевищень на кожній станції за формулами:

$$\begin{aligned} h^0 &= u_3^0 - u_{\Pi}^0; \\ h^{\Delta} &= u_3^{\Delta} - u_3^{\Delta}, \end{aligned} \quad (2.9)$$

де h^0, h^{Δ} – перевищення обчислене за основними і додатковими шкалами рейок;

u_3^0 – відлік за основною шкалою задньої рейки;

u_{Π}^0 – відлік за основною шкалою передньої рейки;

u_3^{Δ} – відлік за додатковою шкалою задньої рейки;

u_3^{Δ} – відлік за додатковою шкалою задньої рейки.

Наприклад, перевищення на станції 1 між точками Рп135 і ПК0 становить

$$h^0 = 2854 - 0834 = 2020 \text{ мм};$$

$$h^{\Delta} = 7636 - 5620 = 2016 \text{ мм}.$$

2. Виконують контроль правильності знімання відліків на станціях за різницями перевищень, $\Delta h = h^0 - h^{\Delta}$, між зв'язуючими точками. Різниці отриманих значень перевищень не повинні перевищувати 5 мм. Якщо умова виконується, обчислюють середнє перевищення за формулою

$$h^{\text{cp}} = \frac{h^0 + h^{\Delta}}{2}. \quad (2.10)$$

3. Посторінковий контроль. На кожній сторінці журналу нівелювання знаходять:

$\sum u_3$ – суму відліків за задньою рейкою;

$\sum u_n$ – суму відліків за передньою рейкою;

$\sum(h^o + h^A)$ – суму перевищень за основними і додатковими шкалами;

$\sum h_{cp}$ – суму середніх перевищень.

Повинне виконуватись наступне співвідношення, з можливим відхиленням **1-2 мм**:

$$\frac{1}{2}(\sum u_3 - \sum u_n) = \frac{1}{2}\sum(h^o + h^A) = \sum h_{cp} \quad (2.11)$$

В кінці журналу виконують загальний контроль за тими ж співвідношеннями.

4. Обчислюють суму середніх перевищень між зв'язуючими точками ходу за формулою

$$\sum h_{cp} = h_1 + h_2 + \dots + h_n, \quad (2.12)$$

де h_1, h_2, \dots, h_n – середні перевищення між зв'язуючими точками.

Сума середніх перевищень, обчислена за формулою (2.4) для наведеного прикладу (див. додаток Е) склала

$$\sum h_{cp} = -2884 \text{ мм.}$$

5. Обчислюють теоретичну суму перевищень нівелірного ходу за формулою

$$\sum h_T = H_K - H_H, \quad (2.13),$$

де H_K – відома висота кінцевої точки ходу;

H_H – відома висота початкової точки ходу.

Підставивши висоти кінцевого $H_{Pn147} = 146.497$ м і початкового $H_{Pn135} = 149.427$ м реперів у формулу (2.13), обчислюємо теоретичну суму перевищень нівелірного ходу

$$\sum h_T = 146.497 - 149.427 = -2.930 \text{ м} = -2930 \text{ мм.}$$

6. Обчислюють нев'язку в нівелірному ході за формулою

$$f_h = \sum h_{cp} - \sum h_T. \quad (2.14)$$

В даному прикладі нев'язка дорівнює

$$f_h = -2884 - (-2930) = 46 \text{ мм.}$$

7. Обчислюють гранично допустиму нев'язку для технічного нівелювання за формулою

$$f_{h \text{ доп}} = \pm 50\sqrt{L}, \quad (2.15)$$

де L – довжина нівелірного ходу в км.

Якщо фактична нев'язка не перевищує гранично допустиму, то її розподіляють між всіма середніми перевищеннями у вигляді поправок.

8. Обчислюють поправки. Поправку в кожне середнє перевищення обчислюють з точністю **1 мм** за формулою

$$v_h = -\frac{f_h}{n}, \quad (2.16)$$

де n – кількість середніх перевищень в ході.

Контроль: сума обчислених поправок повинна дорівнювати нев'язці з протилежним знаком

$$\sum v_h = -f_h. \quad (2.17)$$

9. Обчислюють виправлені перевищення за формулою

$$h_v = h_{cp} + v_h. \quad (2.18)$$

Контролем обчислення виправлених перевищень є виконання співвідношення

$$\sum h_v = \sum h_t. \quad (2.19)$$

В даному прикладі

$$\sum h_v = \sum h_t = -2930 \text{ мм.}$$

10. Обчислюють висоти зв'язуючих точок, починаючи від репера Рп135. Обчислення виконують за формулою

$$H_{i+1} = H_i + h_v. \quad (2.20)$$

Тобто висота наступної точки дорівнює висоті попередньої точки плюс виправлене перевищення між ними. Контролем є отримання точного значення висоти кінцевого репера $H_{Рп147}$.

Наприклад, висота ПК0, отримана на станції 1, дорівнює

$$H_{ПК0} = 149.427 + 2.014 = 151.441 \text{ м.}$$

11. Обчислюють висоти проміжних точок. Для цього спочатку обчислюють горизонт інструмента на станціях 1, 4, 6, 7 і 10 за формулою

$$\Gamma I = H_i + u_i^0, \quad (2.21)$$

де H_i – висота точки;

u_i^0 – відлік за основною шкалою рейки, встановленої на цій точці.

Наприклад, на станції 1 горизонт інструмента дорівнює

$$\Gamma I = H_{Рп135} + u_{Рп135}^0 = 149.427 + 2.854 = 152.281 \text{ м.}$$

Висоти проміжних точок обчислюють за формулою

$$H_i^{\text{пром}} = \Gamma I - u_i^0, \quad (2.22)$$

Математичну обробку результатів технічного нівелювання виконують за індивідуальним варіантом і оформлюють за зразком, наведеним у додатку Е. Абсолютні відмітки пікетів і проміжних точок використовують для складання поздовжнього профілю.

2.3 Складання поздовжнього профілю

Поздовжній профіль земної поверхні (графічна модель рельєфу) є одним із основних документів, необхідних для проектування профілю лінійної споруди.

Вихідними даними для складання поздовжнього профілю земної поверхні є пікетажний журнал траси (додаток Д) та журнал технічного нівелювання місцевості по трасі лінійної споруди (додаток Ж). Масштаби для побудови поздовжнього профілю приймаються такими:

- горизонтальний – 1: 2000;
- вертикальний – 1:200.

Для побудови поздовжнього профілю використовують аркуш міліметрового паперу розміру **297 x 575 мм**. Спочатку профіль викреслюють гостро заточеним твердим олівцем, по закінченню складання – профіль оформлюють тушшю.

Побудову починають з накреслення рамки (рис. 2.3), яку отримують відступивши з лівого боку аркушу **20 мм**, з верхнього, нижнього і правого боків – по **5 мм**.

Потім будують сітку профілю (розміри вказані на рис. 2.3 в міліметрах синім кольором). Верхню горизонтальну лінію сітки профілю (яку називають лінією умовного горизонту) для зручності наступних побудов суміщають з потовщеною (дециметровою) лінією міліметрового паперу. Назви рядків сітки профілю підписують за наведеним зразком.

За даними журналу технічного нівелювання місцевості заповнюють рядок сітки профілю *«відстань між точками»*, відкладаючи в ньому відстані між пікетами та проміжними точками в масштабі 1:2000. Положення всіх пікетів і проміжних точок фіксують в цьому рядку вертикальними відрізками (відстань між відрізками для позначення пікетів в масштабі профілю становить **5 см**). Між відрізками, які показують положення проміжних точок, вказують відстань до сусідніх пікетів. Якщо між сусідніми пікетами відсутні проміжні точки, то відстань **100 м** в сітці профілю не підписують.

Номери пікетів підписують у графі *«пікети»*.

В рядок *«висоти земної поверхні»* із колонки *«абсолютні відмітки»* журналу технічного нівелювання виписують висоти всіх пікетів і проміжних точок ПК2+40, ПК5+45, ПК8+80, заокруглюючи їх до **0,01 м**.

За цими даними складають поздовжній профіль місцевості у вертикальному масштабі 1:200. Для цього на ПК0 креслять вертикальну шкалу через **1 см**, починаючи від лінії умовного горизонту.

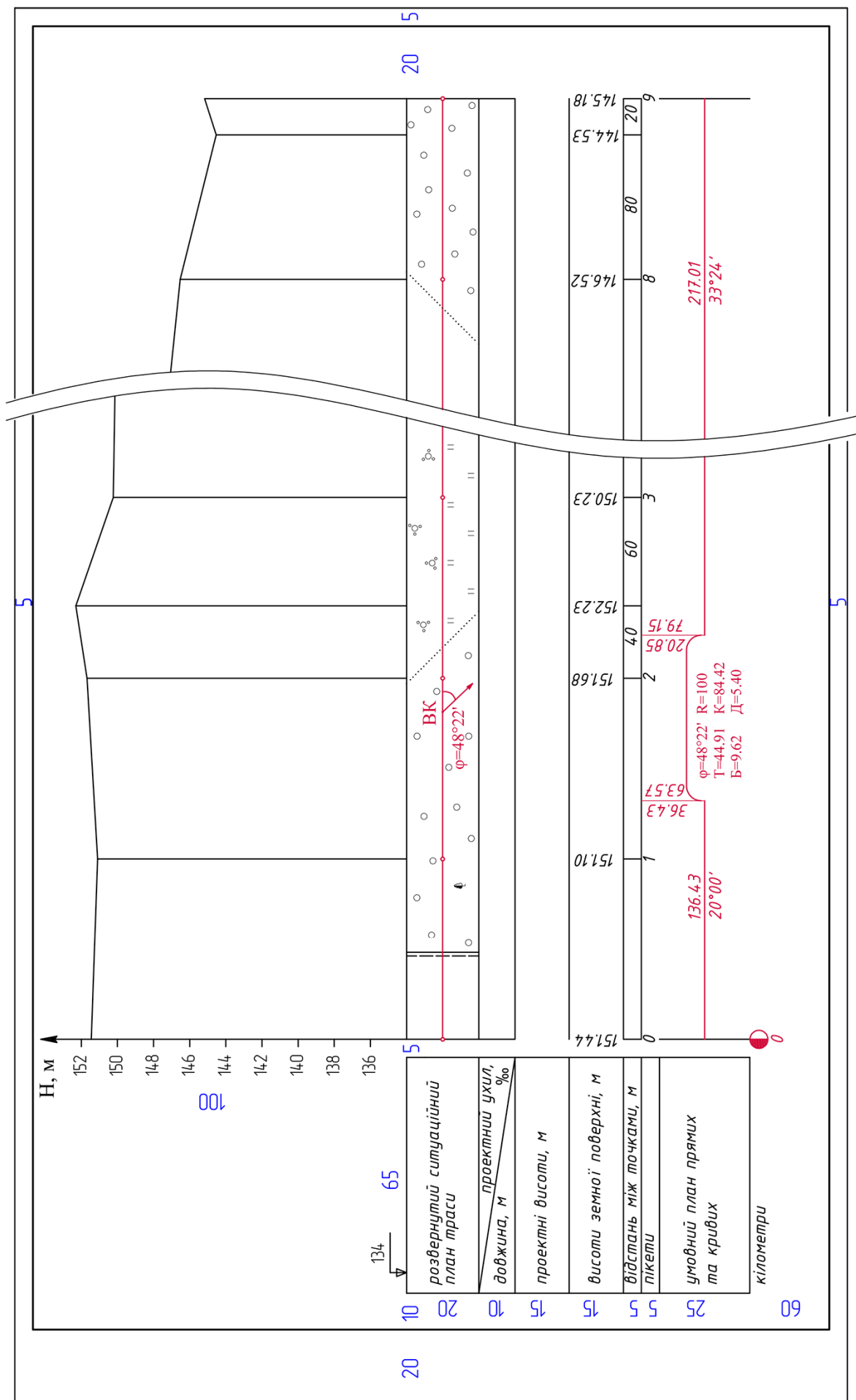


Рисунок 2.3 – Поздовжній профіль земної поверхні

Висоту лінії умовного горизонту $H_{\text{луг}}$ приймають за наступними підрахунками: із профілю беруть найменшу висоту земної поверхні (ПК8+80) і віднімають від неї **10.0 м**. Отриману значення заокруглюють до найближчого парного числа метрів. Для прикладу, що розглядається в цих методичних вказівках висота $H_{\text{луг}}$ дорівнює

$$H_{\text{луг}} = 144.53 - 10,0 = 134.53 - 10,0 = 134.53 \approx 134 \text{ м.}$$

Цю висоту підписують над лінією умовного горизонту. Наступні висоти точок підписують на вертикальній шкалі профілю через **2 м**. Шкалу використовують для побудови висот точок земної поверхні, які потім з'єднують прямими лініями.

Для заповнення рядка *«розвернутий ситуації план траси»* використовують дані з пікетажного журналу. Для цього посередині графі креслять пряму лінію, що відображає трасу лінійної споруди. Кути повороту траси зображують умовно стрілкою, продовжуючи побудову плану по прямій. Поруч зі стрілкою підписують значення кута повороту φ .

Для зображення ситуації використовують умовні знаки для топографічних планів масштабу **1:2000** [8].

У рядку *«умовний план прямих та кривих»*, за результатами розрахунків пікетажних значень головних точок кругових кривих, умовно зображують прямі та криві ділянки траси. Пікетажні значення початку та кінця двох кривих відкладають у рядку *«пикет»* і опускають перпендикуляри на вісь дороги. Вздовж цих перпендикулярів підписують відстані від початку або кінця кожної кривої до найближчих пікетів. Сума цих відстаней для кожної точки повинна дорівнювати **100 м**.

План кривих умовно зображують дужками (радіусом **5 мм**). Якщо траса повертає праворуч, то дужка зображується опуклістю вгору, а якщо повертає ліворуч – опуклістю донизу. Глибину дужок приймають рівною **5 мм**. Усередині дужок записують основні елементи кругової кривої: R, T, K, B, D та значення кута повороту траси φ . На прямих ділянках траси вказують їх довжини і дирекційні кути.

Для зображення покажчика кілометрів на ПК0 від лінії пікетів опускають вниз перпендикуляр довжиною **30 мм**, на кінці якого рисують коло діаметром **5 мм**, праву частину якого заштриховують червоним кольором.

Всі побудови і написи, що стосуються фактичних даних оформлюють чорним кольором; ті, що стосуються проектних даних – червоним.

На побудованому профілі земної поверхні проектують трасу автодороги.

2.4 Проектування траси автодороги

Проектна лінія, яку наносять на поздовжній профіль, відповідає на місцевості брівці запроектованого земляного полотна автомобільної дороги. Задача геодезичного проектування полягає у нанесенні на профіль земної поверхні проектної лінії (траси) у відповідності з нормами та вимогами до неї і у визначенні її геометричних параметрів: довжин елементів проектної лінії, їх ухилів, проектних і робочих позначок, відстаней до точок нульових робіт тощо.

Положення проектної лінії на профілі місцевості повинне відповідати наступним визначеним вимогам [9]:

- земляні роботи повинні бути мінімальними і збалансованими (умова рівності об'ємів насипів та виїмок);
- кількість перегинів проектної лінії – не менше двох;
- перегини проектної лінії тільки на пікетах;
- поздовжні ухили окремих елементів проектної лінії не повинні перевищувати допустимої величини $i_{max} = 0.030$;
- між ділянками спуску і підйому необхідно передбачити горизонтальні площадки довжиною не менше 100 м;
- ухил елементу проектної лінії у виїмці повинен бути не менше $i = 0.003$, а його схил спрямований у бік насипу (умова врахування поздовжнього поверхневого водовідведення з виїмок);
- на ПК0 і ПК9 робочі позначки проектної лінії мають відповідати заданій висоті насипу (або глибині виїмки) існуючої автодороги.

Проектна лінія складається з окремих прямих елементів, які відрізняються величиною ухилів. Спочатку за робочими позначками h^p в точках примикання проектної лінії до існуючої автодороги (див. завдання на виконання курсового проекту, п. 3) обчислюють проектні висоти на ПК0 і ПК9 за формулою

$$H^{пр} = H^3 + h^p, \quad (2.23)$$

де H^3 – висота земної поверхні;

h^p – робоча позначка.

Наприклад, при значенні робочих позначок на ПК0 і ПК9 відповідно $h^p = -1.31$ м і $h^p = -1.68$ м, висоти проектної лінії в цих точках будуть дорівнювати

$$H_{ПК0}^{пр} = 151.44 + (-1.31) = 150.13 \text{ м};$$

$$H_{ПК9}^{пр} = 145.18 + (-1.68) = 143.50 \text{ м}.$$

Послідовність нанесення проектної лінії в курсовому проекті наступна.

1. Обчислені за формулою (2.23) проектні висоти записують у відповідну графу сітки профілю (рис. 2.4). І по них намічають точки примикання траси, через які повинна проходити проектна лінія.

2. За допомогою прозорої лінійки намічають варіанти проектної лінії і аналізують їх. При цьому про дотримання балансу і мінімуму земляних робіт слід судити приблизно: площа поздовжнього перерізу насипу повинна «на око» дорівнювати площі поздовжнього перерізу виїмки, а проектна лінія повинна проходити якомога ближче до лінії земної поверхні. Крім того, положення проектної лінії повинне відповідати всім визначеним вище вимогам.

3. Заповнюють рядок сітки профілю «довжина / проектний ухил», відкладаючи визначені довжини елементів проектної лінії у масштабі 1:2000. У місцях перегину проектної лінії проводять вертикальні відрізки через весь рядок. У створених прямокутниках проводять діагоналі: із верхнього лівого кута у нижній правий, якщо ухил від'ємний (спуск); із нижнього лівого кута у верхній правий, якщо ухил додатний (підйом) або горизонтальний відрізок посередині рядка – для запроектованих горизонтальних площадок. Під діагоналлю (або горизонтальним відрізком) підписують довжини елементів проектної лінії в метрах.

4. Визначають висоти кінцевих точок елементів проектної лінії (спочатку графічно, використовуючи вертикальну шкалу).

5. Визначені графічно висоти, використовують для обчислення ухилів елементів проектної лінії. Проектний ухил обчислюють за формулою

$$i_{\text{пр}} = \frac{H_{\text{к}}^{\text{пр}'} - H_{\text{п}}^{\text{пр}}}{d}, \quad (2.24)$$

де $H_{\text{к}}^{\text{пр}'}$ – висота кінцевої точки елементу проектної лінії (визначена графічно);

$H_{\text{п}}^{\text{пр}}$ – висота початкової точки елементу проектної лінії;

d – відстань між точками.

Величину ухилу заокруглюють до 0.001. Після чого уточнюють проектну висоту кінцевої точки за формулою

$$H_{\text{к}}^{\text{пр}} = H_{\text{п}}^{\text{пр}} + i_{\text{пр}} \cdot d, \quad (2.25)$$

де $H_{\text{к}}^{\text{пр}}$ – проектна висота кінцевої точки елементу проектної лінії;

$H_{\text{і}}^{\text{пр}}$ – проектна висота початкової точки цього ж елементу;

d – горизонтальна відстань між точками;

i – ухил даного елемента проектної лінії.

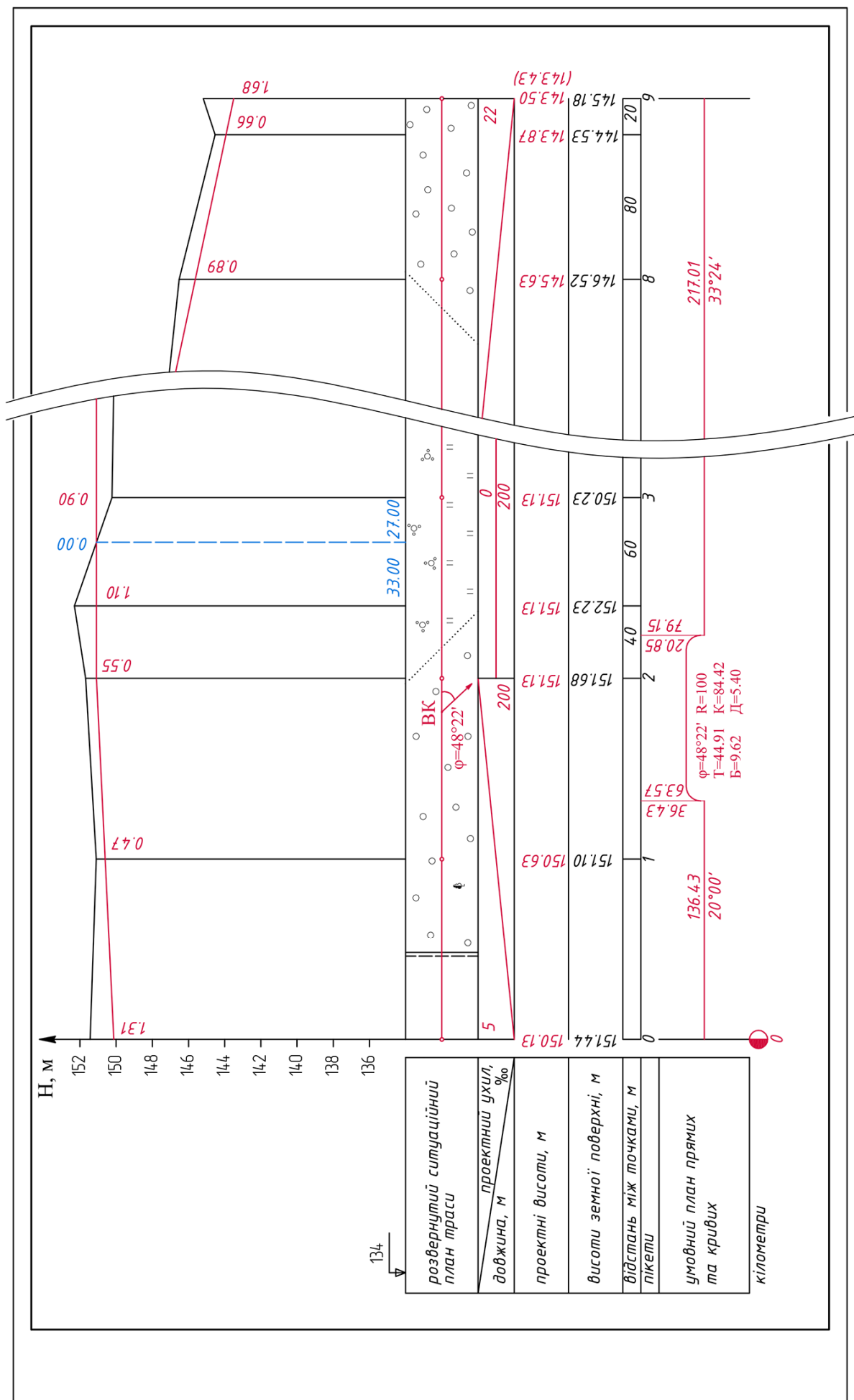


Рисунок 2.4 – Запроектована траса автодороги на поздовжньому профілі

Наприклад, висота кінцевої точки першого елементу проектної лінії, визначена графічно, становить $H_{ПК2}^{пр} = 151.20$ м. Початкова проектна висота на ПК0 дорівнює $H_{ПК0}^{пр} = 150.13$ м. Відстань між точками дорівнює $d = 200$ м. Ухил першого елементу проектної лінії, обчислений за формулою (2.24), становить

$$i_{пр} = \frac{151.20 - 150.13}{200} = 0.00535 \approx 0.005.$$

За формулою (2.25) уточнюємо проектну висоту на ПК2

$$H_{ПК2}^{пр} = H_{ПК0}^{пр} + i \cdot d = 150.13 + 0.005 \cdot 200 = 151.13 \text{ м.}$$

Обчислену висоту записують в рядок «*проектні висоти*» та користуючись масштабною шкалою наносять відповідну їй точку на профіль. Точка повинна попасти на раніше нанесену проектну лінію (допустиме відхилення ± 0.5 мм).

6. Аналогічним чином обчислюють послідовно ухили решти елементів проектної лінії за формулою (2.24) та проектні висоти всіх пікетів і проміжних точок за формулою (2.25). Обчислені висоти заокруглюють до 0.01 м і записують в рядок «*проектні висоти*». Для контролю за обчисленими висотами на профіль наносять точки, які повинні співпадати з проектною лінією.

7. На всіх пікетах та проміжних точках обчислюють робочі позначки, що визначають глибину виїмки або висоту насипу, за формулою

$$h^p = H^{пр} - H^3, \quad (2.26)$$

де $H^{пр}$ – проектна висота точки;

H^3 – висота точки земної поверхні.

Значення робочих позначок записують на профілі: глибину виїмки (знак «-») під проектною лінією, висоту насипу (знак «+») над нею (рис. 2.4).

Наприклад, робоча позначка на ПК1 дорівнює

$$h_{ПК1}^p = 150.63 - 151.10 = -0.47 \text{ м.}$$

8. Визначають положення точок нульових робіт, тобто точок перетину проектної лінії з лінією земної поверхні (рис. 2.5). Їх горизонтальне положення відносно найближчих пікетів визначають аналітично. Ці точки розміщуються на профілі між робочими позначками з різними знаками (виїмка / насип).

Горизонтальні відстані від точки нульових робіт до найближчих пікетів або проміжних точок визначають за формулами:

$$x = \frac{d}{|h_1| + |h_2|} \cdot |h_1|; \quad (2.27)$$

$$y = \frac{d}{|h_1| + |h_2|} \cdot |h_2|,$$

де h_1 і h_2 – робочі позначки крайніх точок ділянки, на якій знаходиться точка нульових робіт;

d – горизонтальна відстань між найближчими до точки нульових робіт характерними точками переломів профілю.

Правильність розрахунків контролюють за формулою

$$x + y = d. \quad (2.28)$$

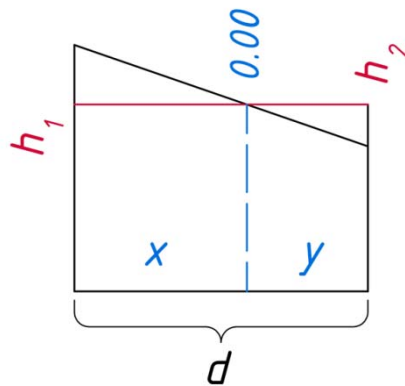


Рисунок 2.5 – Визначення положення точки нульових робіт відносно пікетів

На лінії умовного горизонту відкладають від пікету (або проміжної точки) величину x в масштабі $1:2000$. В отриманій точці будують перпендикуляр до перетину з лінією землі. Перетин ліній – це точка нульових робіт. Ліворуч та праворуч від перпендикуляра над лінією умовного горизонту вертикально записують (синім кольором) відстані до найближчих пікетів з точністю **0.01 м** (рис. 2.4).

Наприклад, на ПК2+40 та ПК3 робочі позначки дорівнюють відповідно $h_1 = 1.10$ м і $h_2 = 0.90$ м. Тоді відстань від ПК2+40 до точки нульових робіт складатиме

$$x = \frac{60}{1.10 + 0.90} \cdot 1.10 = 33.00 \text{ м.}$$

А відстань від точки нульових робіт до ПК3 –

$$y = \frac{60}{1.10 + 0.90} \cdot 0.90 = 27.00 \text{ м.}$$

Контроль обчислень:

$$d = 33.00 + 27.00 = 60.00 \text{ м.}$$

Всі елементи, що стосуються точок нульових робіт показують на профілі синім кольором.

У правому нижньому куті аркуша розміщують штамп (додаток М).

2.5 Складання поперечних профілів

Поперечний профіль це схематичне креслення конструкції земляного полотна, яке будують в характерних місцях траси в однакових масштабах, як для горизонтальних відстаней, так і для вертикальних (рис. 2.6).

В курсовому проекті будують поперечні профілі на ПК0, ПК5, ПК6 і ПК 9 в масштабі $1:200$ за наступними вимогами:

- ширина полотна насипу (виїмки) дорівнює **10 м**;
- проектний поперечний ухил відкосів насипу (виїмки) складає **0.667**;
- проектний поперечний ухил полотна насипу (виїмки) дорівнює **0**.

Послідовність побудови поперечного профілю наступна.

1. Побудова профілю земної поверхні.

- Креслять сітку профілю за зразком, наведеним на рис. 2.6.
- Посередині рядка «*відстань між точками*» проводять вертикальну лінію та на рядок нижче підписують номер пікету (в наведеному прикладі це ПК0).
- В масштабі $1:200$ відкладають ліворуч плюсові точки ПК0 л08, ПК0 л20, відповідно на відстані **4 см** і **10 см** від осі профілю. Праворуч відкладають точки ПК0 п16, ПК0 п20 відповідно на відстані **8 см** і **10 см** (інформацію беруть із пікетажного журналу траси, додаток Д).

- В рядок «*висоти земної поверхні*» виписують висоти нанесених точок з журналу технічного нівелювання (додаток Ж), заокруглюючи їх значення до **0.01 м**.

- Із отриманих точок проводять вверх перпендикуляри на відповідну висоту та з'єднують їх вершини прямими відрізками.

2. Нанесення проектної лінії.

- Із сітки поздовжнього профілю (із рядка «*проектні висоти*») виписують проектну висоту спільної точки поздовжнього і поперечного профілю на ПК0.

- Задавшись шириною полотна (**10 м**), і ухилами від центру до краю дороги (**$i = 0$**), обчислюють висоти крайніх точок дорожнього полотна. В курсовому проекті крайні точки дорожнього полотна дорівнюють центральній точці, для наведеного прикладу $H = 150.13 \text{ м}$.

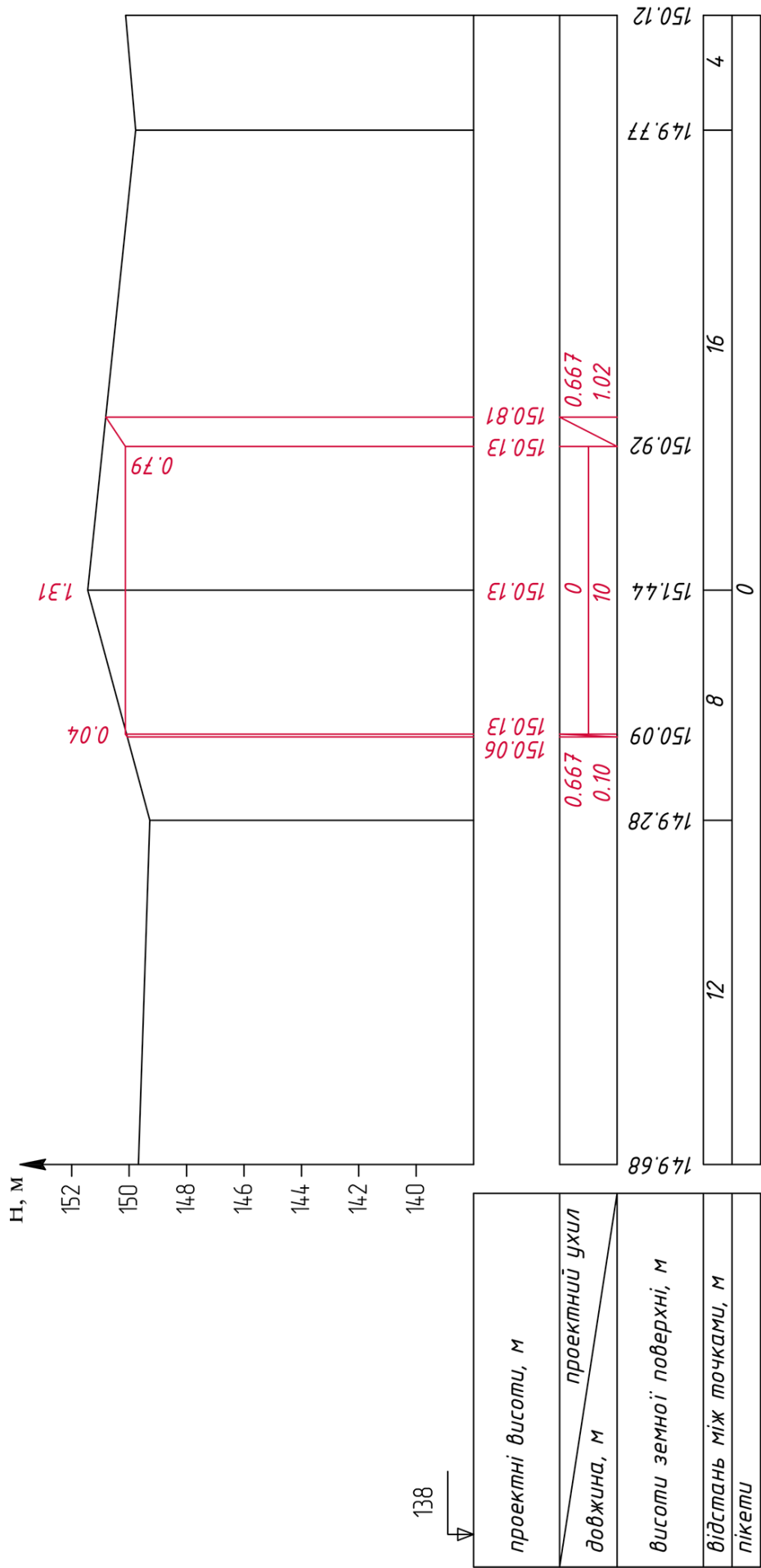


Рисунок 2.6 – Поперечний профіль

- В масштабі $1:200$ відкладають отримані проектні висоти вверх від лінії умовного горизонту та сполучають їх прямими лініями.

- Обчислюють ухили елементів лінії земної поверхні i_3 від точки ПК0 до ПК0 л08 і від точки ПК0 до ПК0 п16 за формулою

$$i_3 = \frac{H_k - H_{\Pi}}{d}, \quad (2.29)$$

де H_k – висота кінцевої точки елементу лінії земної поверхні;

H_{Π} – висота початкової точки елементу лінії земної поверхні;

d – горизонтальна відстань між точками.

$$i_{\text{ПК0-ПК0л08}} = \frac{149.28 - 151.44}{8} = -0.270;$$

$$i_{\text{ПК0-ПК0п16}} = \frac{149.77 - 151.44}{16} = -0.104.$$

- За отриманими ухилами обчислюють висоти лінії земної поверхні в точках ПК0 л05 і ПК0 п05 за формулою

$$H_{i+1} = H_i + i_3 \cdot d, \quad (2.30)$$

де H_{i+1} – висота наступної точки елементу лінії земної поверхні;

H_i – висота попередньої точки елементу лінії земної поверхні;

i_3 – ухил даного елемента лінії земної поверхні;

d – горизонтальна відстань між точками.

$$H_{\text{ПК0л05}} = 151.44 + (-0.270) \cdot 5 = 150.09 \text{ м};$$

$$H_{\text{ПК0п05}} = 151.44 + (-0.104) \cdot 5 = 150.92 \text{ м}.$$

Отримані висоти підписують в графі «висоти земної поверхні» на відстані **2.5 см** відповідно ліворуч і праворуч від осі профілю.

- Обчислюють робочі позначки за формулою (2.26) та підписують їх на профілі над або під проектною лінією залежно від знаку.

- Будують відкоси дорожнього полотна з проектним поперечним ухилом $i_{\text{пр}} = 0.667$. Для цього обчислюють відстань d від брівки дорожнього полотна до точки перетину проектної лінії з лінією земної поверхні за формулою

$$d = \frac{h^p}{i_3 - i_{\text{пр}}}, \quad (2.31)$$

де h^p – робоча позначка з відповідного боку дорожнього полотна;

i_3 – ухил даного елемента лінії земної поверхні;

$i_{\text{пр}}$ – ухил проектної лінії.

Для наведеного прикладу ці відстані становитимуть

$$d_{\text{л}} = \frac{0.04}{-0.270 - (-0.667)} = 0.10;$$

$$d_{\text{п}} = \frac{-0.79}{-0.104 - 0.667} = 1.02.$$

Отримані відстані відкладають в графі «довжина / проектний ухил» в масштабі 1:200. Із отриманих точок підіймають перпендикуляри до перетину з лінією земної поверхні.

- Обчислюють висоти точок перетину проектної лінії з лінією земної поверхні за формулою (2.25), та підписують їх в графі «проектні висоти».

Аналогічним чином проектують поперечні профілі на ПК5, ПК6 і ПК 9. Креслення оформлюють на аркуші міліметрового паперу формату **297 x 594 мм**. Розміри рамки та відповідних рядків сітки профілю спільні з поздовжнім профілем (рис. 2.3).

2.6 Розрахунок об'ємів земляних робіт

Принцип визначення об'ємів земляних робіт ґрунтується на поділі вертикальними поперечними перетинами земляного тіла, розміщеного між земною і проектною поверхнями лінійної споруди, на прості фігури та обчислення їх об'ємів.

Основні об'єми споруди (виїмки або насипу) визначають за формулою

$$V_o = \frac{L}{2} (B \cdot (h_1 + h_2) + (h_1 + h_2)^2 - h_1 \cdot h_2), \quad (2.32)$$

де B – ширина виїмки по низу або насипу по верху в метрах;

L – довжина розрахункової ділянки в метрах;

h_1, h_2 – робочі позначки на межі розрахункової ділянки.

Розглянемо приклад підрахунку об'ємів земляного полотна за даними, наведеними на рис. 2.7. В табл. 2.1 показані розрахункові ділянки, на які поділений поздовжній профіль від ПК0 до ПК9.

Таблиця 3.2 – Розрахункові ділянки

Ділянка	Вид споруди	Межі ділянки	Довжина,м
1	виїмка	ПК0 – ПК2+73.00	273.00
2	насип	ПК2+73.00 – ПК5+26.27	253.27
3	виїмка	ПК5+26.27 – ПК5+66.17	39.90
4	насип	ПК5+66.17 – ПК7+22.61	156.44
5	виїмка	ПК7+22.61 – ПК9	177.39

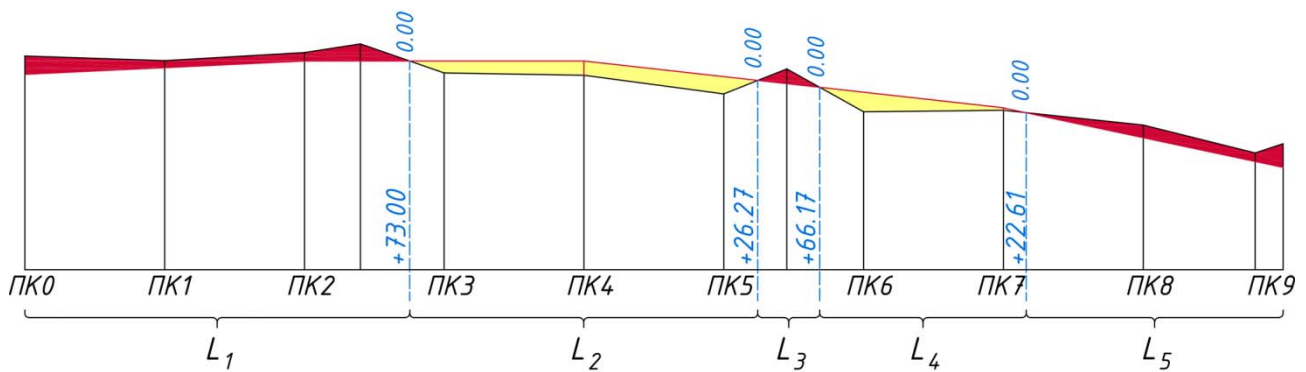


Рисунок 2.7 – Принцип поділу земляного тіла

Контролем правильності поділу поздовжнього профілю на розрахункові ділянки є відповідність суми їх довжин загальній довжині траси.

$$S = L_1 + L_2 + \dots + L_n,$$

В курсовому проекті сума довжин розрахункових ділянок повинна дорівнювати 900 м.

$$S = 273.00 + 253.27 + 39.90 + 156.44 + 177.39 = 900 \text{ м.}$$

Підрахунок геометричних об'ємів виїмок і насипів виконують у відповідності з типом поперечних профілів шляхом послідовного заповнення відомості підрахунку об'ємів земляних робіт (додаток 3).

Далі перевіряють баланс земляних робіт за формулою

$$\Delta V = \frac{|V_B| - |V_H|}{|V_B| + |V_H|} \cdot 100\%, \quad (2.33)$$

де $|V_B|$ – абсолютне значення об'єму виїмки для всієї траси в м^3 ;

$|V_H|$ – абсолютне значення об'єму насипу для всієї траси в м^3 .

В курсовому проекті повинна виконуватись умова $\Delta V \leq 5\%$.

Для наведеного прикладу:

$$\Delta V = \frac{3684 - 4100}{3684 + 4100} \cdot 100\% = 5\%.$$

Якщо умова балансу земляних робіт не виконується, варіант проекту поздовжнього профілю траси автодороги переробляють до її виконання.

2.7 Детальне розмічування кругової кривої

В курсовому проекті виконують розрахунок детального розмічування кругової кривої для правого кута повороту траси трьома способами. За результатами розрахунків будують креслення детального розмічування кругової кривої в масштабі $1:500$ на аркуші міліметрового паперу формату А3.

2.7.1 Спосіб прямокутних координат

Детальну розбивку способом прямокутних координат в курсовому проекті виконують через **10 м**, тобто криву ділять на дуги довжиною $s = 10$ м (рис. 2.8).

При заданому радіусі R дузі s буде відповідати центральний кут

$$\sigma = \frac{s}{R} \cdot \rho \quad (2.34)$$

де s – довжина дуги (задається проектом);

R – радіус кругової кривої (задається проектом);

ρ – радіан ($\rho = 57.2958^\circ$).

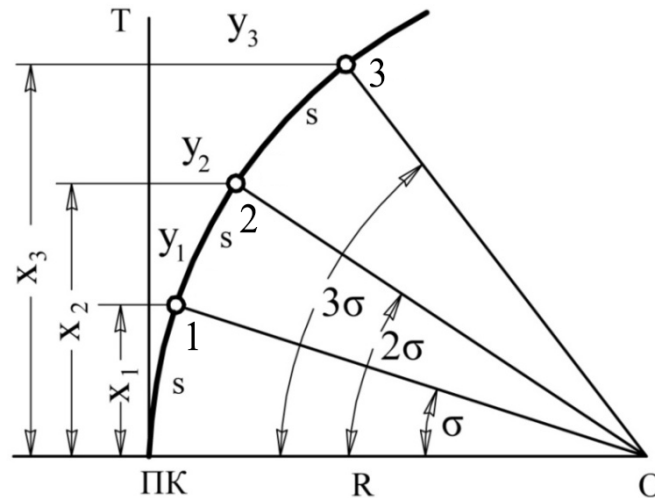


Рисунок 2.8 – Розмічування кругової кривої способом прямокутних координат

Прийнявши дотичну $ПКТ$ (рис. 2.8) за вісь абсцис, а початок координат помістивши в початок кривої, розраховують координати точок кривої за формулами

$$\begin{aligned} x_1 &= R \cdot \sin \sigma; & y_1 &= 2R \cdot \sin^2 \frac{\sigma}{2}; \\ x_2 &= R \cdot \sin 2\sigma; & y_2 &= 2R \cdot \sin^2 \sigma; \\ x_3 &= R \cdot \sin 3\sigma; & y_3 &= 2R \cdot \sin^2 \frac{3\sigma}{2}; \\ &\dots & & \\ x_n &= R \cdot \sin n\sigma; & y_n &= 2R \cdot \sin^2 \frac{n\sigma}{2}. \end{aligned} \quad (2.35)$$

Розмічування виконують з двох боків – від початку і кінця кривої. Вздовж тангенсу відкладають абсциси точок x_1, x_2, \dots, x_n в масштабі $1:500$, за допомогою транспортира будують прямий кут та відкладають ординати в перпендикулярному напрямку. Отримані точки $1, 2, \dots, n$ з'єднують червоною лінією. Креслення оформлюють за зразком, наведеним у додатку И.

2.7.2 Спосіб полярних координат

Детальну розбивку способом полярних координат в курсовому проекті виконують через **20 м**, тобто криву ділять на дуги довжиною $s = 20$ м. За цим способом початок полярних координат розміщують на початку кривої ПК (рис. 2.9), а початковий радіус-вектор спрямовують за дотичною ПКТ. При довжинах дуг $s, 2s, 3s$ кути між відповідними хордами і дотичною ПКТ будуть дорівнювати половині центральних кутів, тобто $\sigma/2, \sigma, 3\sigma/2$.

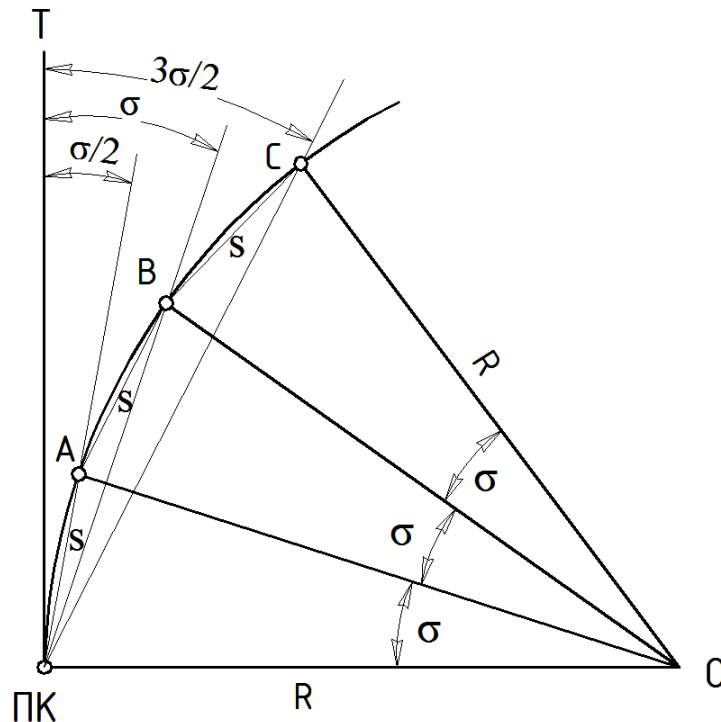


Рисунок 2.9 – Розмічування кругової кривої способом полярних координат

При цьому центральний кут σ обчислюють за формулою (2.34), а довжини хорд \bar{s} – за формулами

$$\begin{aligned}\bar{s}_1 &= 2R \cdot \sin \frac{\sigma}{2}; \\ \bar{s}_2 &= 2R \cdot \sin \frac{2\sigma}{2}; \\ \bar{s}_3 &= 2R \cdot \sin \frac{3\sigma}{2}; \\ &\dots \\ \bar{s}_n &= 2R \cdot \sin \frac{n\sigma}{2}.\end{aligned}\tag{2.36}$$

Розмічування кругової кривої виконують в двох напрямках – від початку і кінця кривої. Встановивши центр транспорту на початку координат ПК і

спрямувавши поділку 0° за дотичною ПКТ, будують кути $\sigma/2$, σ , $3\sigma/2$. Вздовж отриманих напрямків відкладають від початку координат довжини хорд \bar{s} в масштабі $1:500$, які відповідають дугам s , $2s$, $3s$. Такою побудовою отримують точки кривої 1, 2, 3 і т.д.

Креслення оформлюють за зразком, наведеним у додатку К.

2.7.3 Спосіб продовжених хорд

В умовах міської забудови, в тунелях і заліснених місцях застосування попередніх способів може бути ускладнено. В такому разі застосовують спосіб продовжених хорд (рис. 2.10). Детальну розбивку способом продовжених хорд в курсовому проекті виконують через **30 м**, тобто криву ділять на дуги довжиною $s = 30$ м. Суть цього способу полягає в наступному:

- точку 1 будують способом прямокутних координат; цією побудовою одночасно визначають довжину хорди $\bar{s} = 30$ м;
- продовжують хорду ПК1 на величину \bar{s} . Точку 2 отримують на перетині кіл з радіусами t і \bar{s} . Значення t визначають із співвідношення

$$t = \frac{\bar{s}^2}{R}. \quad (2.37)$$

Наступні точки кривої отримують аналогічною побудовою за допомогою циркуля і масштабної лінійки.

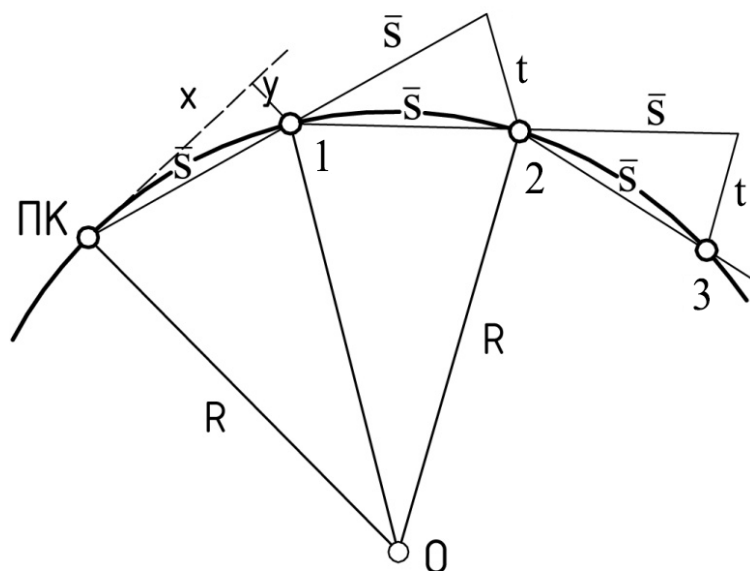


Рисунок 2.9 – Розмічування кругової кривої способом продовжених хорд

Креслення оформлюють за зразком, наведеним у додатку Л.

2.8 Проектування поздовжнього профілю підземного трубопроводу

Залежно від завдання на курсовий проект студенти проектують поздовжній профіль підземного газопроводу або водовідвідного трубопроводу. Креслення оформлюють на аркуші міліметрового паперу формату **297 x 575 мм**.

2.8.1 Проектування профілю газопроводу

Підземний газопровід низького тиску проектують на профілі земної поверхні, побудованому по його трасі за даними геометричного нівелювання і пікетажного абрису (див. розділ 2.3). Проектна лінія, яку наносять на поздовжній профіль, відповідає на місцевості низу труби.

Сітка поздовжнього профілю газопроводу наведена на рис. 2.10.

Положення проектної лінії на профілі місцевості повинне відповідати наступним визначеним вимогам:

- земляні роботи повинні бути мінімальними, але глибина підземного залягання труб газопроводу не повинна бути меншою за розрахункову глибину промерзання ґрунту, яка прийнята в курсовому проекті рівною **1 м** плюс діаметр труби $d_{\text{тр}}$;

- кількість перегинів проектної лінії – не менше семи;
- перегини проектної лінії тільки на пікетах або проміжних точках;
- на трасі газопроводу криві (горизонтальні і вертикальні) не передбачені;
- розміщення конденсатозбірника проектом не передбачено;
- на ПК0 і ПК9 точки примикання до існуючої мережі;
- діаметр труб **100 мм**.

Спочатку за робочими позначками h^p в точках примикання проектної лінії до існуючої мережі (див. завдання на виконання курсового проекту, п. 4) обчислюють проектні висоти на ПК0 і ПК9 за формулою (2.23).

Підземну укладку труб назначають приблизно на однаковій глибині. Для цього перед нанесенням проектної лінії на профілі земної поверхні в місцях його зламів відкладають по прямовисній лінії вниз відрізки довжиною **1.10 м** в масштабі **1:200**.

Потім через ці точки (з можливим невеликим відхиленням у більшу сторону) проводять ламану лінію, прямі елементи якої приймаються довжиною в межах від **40 до 200 м**.

Далі геодезичне проектування профілю траси газопроводу виконують аналогічно проектуванню профілю автодороги (див. розділ 2.4) з деякими особливостями.

Послідовність проектування наступна.

1. Графічно визначають довжину кожного нанесеного елементу проектної лінії, заокруглюють її до **10 м** і заносять в рядок сітки профілю «*довжина / проектний ухил*». Сума всіх прийнятих довжин елементів проектної лінії повинна дорівнювати **900 м**.

2. Визначають ухили прийнятих елементів за формулою (2.24) з точністю до **0.001** і записують в той же рядок.

3. Обчислюють спочатку висоти характерних точок (зламів) проектної лінії, потім обчислюють висоти решти точок за формулою (2.25). Для контролю обчислень всі висоти відкладають на профілі. Вони повинні співпадати з нанесеною раніше проектною лінією.

4. В усіх характерних точках профілю підраховують проектну глибину закладання труб в ґрунт $h_{\text{тр}}$ за формулою

$$h_{\text{тр}} = H^3 - H^{\text{тр}}, \quad (2.38)$$

де $h_{\text{тр}}$ – глибина траншеї;

H^3 – висота земної поверхні;

$H^{\text{тр}}$ – проектна висота дна траншеї.

5. Обчислюють висоти точок верха труби за формулою

$$H^{\text{вт}} = H^{\text{пр}} + d_{\text{тр}}, \quad (2.39)$$

де $H^{\text{вт}}$ – висота точки верху труби;

$H^{\text{пр}}$ – проектна висота в даній точці;

$d_{\text{тр}}$ – діаметр труби.

6. У рядку «*діаметр труб, тип ізоляції*» роблять запис «*труби сталеві, діаметр 100 мм, ізоляція посилена*».

7. У рядку «*фундамент*» роблять запис «*природний (пісок)*».

Поздовжній профіль газопроводу оформлюють двома кольорами: червоним і чорним за зразком наведеним на рис. 2.10. Червоним кольором на профілі креслять: проектну лінію, глибини траншеї, вісь траси, проектні ухили та довжину елементів проектної лінії, висоти точок дна траншеї, висоти точок верху труби.

Решту ліній, цифр і написів, умовні знаки на плані траси і ситуації місцевості креслять чорним кольором. Креслять рамку (відступаючи по **5 мм** з правого, верхнього та нижнього боків і **20 мм** – з лівого). У правому нижньому куті аркуша розміщують штамп (додаток М).

2.8.2 Проектування профілю водовідвідного трубопроводу

Підземний водовідвідний трубопровід проектують на профілі земної поверхні, побудованому по його трасі за даними геометричного нівелювання і пікетажного абрису (див. розділ 2.3). Проектна лінія, яку наносять на поздовжній профіль, відповідає на місцевості низу труби.

Сітка поздовжнього профілю водовідвідного трубопроводу наведена на рис. 2.11.

Основні норми й техніко-економічні вимоги до геодезичного забезпечення проектування поздовжнього профілю водовідвідного трубопроводу наступні.

1. Земляні роботи повинні бути мінімальними, але глибина підземного залягання труб не повинна бути меншою за розрахункову глибину промерзання ґрунту, яка прийнята в курсовому проекті рівною **1 м** плюс діаметр труби $d_{\text{тр}}$.

2. Діаметр каналізаційних керамічних труб приймають рівним $d_{\text{тр}} = 200$ мм.

3. Ухили труб не повинні бути меншими за критичні і мають збільшуватися або бути сталими при наближенні до діючої вуличної мережі, тобто

$$|i_1| < |i_2| < |i_3| \text{ або } i = \text{const.}$$

4. Для уникнення замулювання труб, мінімальний ухил їх лотка приймають рівним $i_{\text{min}} = 0.005$ [10].

5. Для огляду, очищення та ремонту водовідвідних мереж влаштовують оглядові колодязі. Їх розміщують на прямих ділянках трубопроводу на відстані не більше **50 м**. Додаткові колодязі розміщують у місцях повороту траси. Кількість оглядових колодязів на трасі повинна бути мінімальною.

6. У місці приєднання проектної вітки трубопроводу до діючої вуличної мережі (ПК9) слід передбачити перепад висот лотків труб $\Delta h = 0.30 \dots 0.50$ м.

7. Довжина елементів проектної лінії повинна бути не меншою **50 м** і кратною **10 м**, а величина їх ухилу – кратною **0.001**.

Спочатку за робочими позначками h^p в точках примикання проектної лінії до існуючої мережі (див. завдання на виконання курсового проекту, п. 4) обчислюють проектні висоти на ПК0 і ПК9 за формулою (2.23).

Підземну укладку труб назначають таким чином, щоб їх ухил приблизно дорівнював ухилу схилів місцевості і скрізь був направлений у бік вуличної каналізаційної мережі.

Послідовність проектування наступна.

1. Проектні висоти на ПК0 і ПК9 підписують у відповідній графі сітки профілю та наносять їх на профіль користуючись вертикальною шкалою.

2. Із початкової точки (ПК0) будують перший елемент проектної лінії із гранично допустимим мінімальним ухилом $i_{min} = 0.005$. Довжину першого елемента проектної лінії бажано прийняти в межах **300 – 400 м**.

3. Обчислюють проектні висоти в місцях розміщення оглядових колодязів вздовж першого елемента проектної лінії за формулою (2.25). Для контролю обчислень всі висоти відкладають на профілі. Вони повинні співпадати з нанесеною раніше проектною лінією.

4. Будують другий елемент проектної лінії з таким розрахунком, щоб його ухил був більшим за ухил попереднього елемента. Лінію проводять олівцем та графічно визначають висоту кінцевої її точки. Проектний ухил побудованого елемента визначають за формулою (2.24). Величину ухилу заокруглюють до 0.001. Після чого уточнюють проектну висоту кінцевої точки за формулою (2.25).

5. Обчислюють проектні висоти в місцях розміщення оглядових колодязів вздовж другого елемента проектної лінії за формулою (2.25). Для контролю обчислень всі висоти відкладають на профілі. Вони повинні співпадати з нанесеною раніше проектною лінією.

6. Аналогічним чином (див. п. 4 - 5) продовжують побудову елементів проектної лінії до кінця траси (ПК9).

7. Ухили проектних елементів і висоти їх точок заносять у відповідні рядки сітки профілю (рис. 2.11).

8. Визначають глибину оглядових колодязів h^k за формулою

$$h^k = H^{np} - H^3, \quad (2.40)$$

де H^{np} – проектна висота лотка труби в місці розміщення оглядового колодязю;

H^3 – висота точки земної поверхні в місці розміщення оглядового колодязю.

Розраховану глибину колодязя порівнюють з її графічною побудовою на профілі та підписують над лінією земної поверхні.

9. У рядку «грунти» роблять запис «суглинок».

Після закінчення розрахунків і графічних побудов на профілі водовідвідного трубопроводу перевіряють виконання всіх норм і вимог до проектування.

Поздовжній профіль водовідвідного трубопроводу оформлюють двома кольорами: червоним і чорним за зразком наведеним на рис. 2.11. Креслять рамку (відступаючи по **5 мм** з правого, верхнього та нижнього боків і **20 мм** – з лівого). У правому нижньому куті аркуша розміщують штамп (додаток М).

2.9 Висновки

Висновки розміщують безпосередньо після розділів проекту, починаючи з нової сторінки. Вони повинні послідовно відображати розв'язання усіх завдань, сформульованих у вступі, а також відбивати практичну цінність отриманих автором результатів, що дозволить оцінити закінченість і повноту виконаної роботи.

У висновках належить послідовно викласти: короткі висновки з теорії питання; опис отриманих результатів; оцінку ефективності рішень, що пропонуються.

Обсяг висновків складає близько однієї сторінки формату А4.

2.10 Перелік посилань

Під час написання курсового проекту студент повинен давати посилання на автора і джерело, з якого він запозичує матеріали, цитує окремі положення або використовує результати. Тому особливу увагу слід приділити переліку посилань (*не менше 10 джерел*). До нього включають законодавчі й нормативні акти; підручники; методичні вказівки; періодичні видання.

При посиланні на ресурси Internet вказують повну адресу сайту, а також час, коли з нього було отримано інформацію.

Оформлення переліку посилань здійснюють згідно з ДСТУ ГОСТ 7.1: 2006 [11].

До переліку посилань допускається включати не тільки ті видання, які були фактично використані автором, але й назви робіт, що відповідають тематиці даної роботи. Перелік джерел, на які є посилання в основній частині курсового проекту, наводять в кінці звіту, починаючи з нової сторінки. У відповідних місцях тексту повинні бути посилання.

Бібліографічні описи в переліку подають у порядку, за яким вони вперше згадуються в тексті.

2.11 Додатки

У додатках розміщують графічний матеріал і таблиці, які не можуть бути послідовно розміщені в основній частині курсового проекту через великий обсяг або способи відтворення. Кількість та назва додатків повинна в повній мірі відповідати переліку, наведеному в змісті курсового проекту (Додаток Г).

3 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ МАТЕРІАЛІВ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Основну частину курсового проекту оформлюють з одного боку аркуша паперу формату А4, використовуючи шрифт Times New Roman чорного кольору, розміром 14 pt з інтервалом 1.15. Абзац складає 1.25 см. Текст на сторінці розміщують дотримуючись таких розмірів полів: верхнє і нижнє – 20 мм, ліве 30 мм, праве 15 мм.

Сторінки слід нумерувати арабськими цифрами, дотримуючись наскрізної нумерації впродовж всього тексту звіту з розрахунково-графічних і лабораторних робіт. Номер сторінки проставляють в центрі нижньої частини сторінки. Титульний аркуш включають до загальної нумерації сторінок звіту, але номер сторінки на ньому не вказують.

Нумерація розділів і підрозділів. Розділи і підрозділи нумерують арабськими цифрами. Номер підрозділу складається із номера розділу і порядкового номера підрозділу, які розділяють крапкою. Після номера підрозділу точку не ставлять. Розділи і підрозділи повинні мати заголовок. Заголовок розділу розміщують посередині сторінки і друкують великими літерами без точки вкінці. Заголовки підрозділів друкують маленькими літерами, окрім першої великої. Перенос слів в заголовках не допускається.

Відстань між заголовком і наступним або попереднім абзацом тексту повинна складати один рядок. Не допускається розміщувати заголовок розділу або підрозділу в нижній частині сторінки, якщо після них розміщений тільки один рядок тексту.

Рисунки слід розміщувати безпосередньо після тексту, де вони вперше згадуються, або на наступній сторінці. На всі рисунки повинні бути посилання в тексті. Кожний рисунок повинен бути підписаний (знизу), наприклад, *«Рисунок 1.1 – Схема детального розмічування кругової кривої»*.

Числовий матеріал оформлюють у вигляді **таблиць**. На всі таблиці повинні бути посилання в тексті. Таблиці, як і рисунки, нумеруються арабськими цифрами. Нумерація може бути або наскрізною впродовж основної частини курсового проекту, або складатися із номера розділу і порядкового номера таблиці (рисунка), розділених крапкою. Наприклад, *«Таблиця 3.5 – Розрахункові ділянки траси»*. Назву таблиці друкують маленькими літерами (крім першої великої) і розміщують над таблицею. Назва повинна відображати зміст таблиці і бути лаконічною.

При розриві таблиці на декілька сторінок допускається її верхній рядок із заголовками колонок замінювати номерами, використовуючи для цього

арабські цифри. При цьому нумерацію виконують і в першій частині таблиці. Слово «Таблиця __» і заголовок зазначають один раз над першою частиною таблиці, над наступними частинами пишуть: «Продовження таблиці __» із зазначенням її номеру.

Формули розміщують безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються вперше, посередині рядка. Набирати формули слід за допомогою вбудованого в MS Word редактора формул, а не в текстовому режимі. Кожна формула повинна мати порядковий номер. Допускається наскрізна нумерація впродовж всього курсового проекту або окремого розділу. Номер вказують в дужках на одному рівні з формулою, в крайньому правому положенні рядка. Пояснення значень символів, які використовуються в формулі, приводять безпосередньо під формулою. Пояснення кожного символу дають з нового рядка. Перший рядок пояснень починається з абзацу словом «де» без двокрапки, наприклад,

$$f_{h_{\text{доп}}} = 50\sqrt{L}, \quad (1)$$

де $f_{h_{\text{доп}}}$ – гранично допустима нев'язка нівелірного ходу;

L – довжина нівелірного ходу в кілометрах.

При посиланнях в текстовій частині курсового проекту на розділи, рисунки, таблиці, формули, додатки, вказують їх номери. Слід писати, наприклад, «...в розділі 3», «...як зазначалось в 2.6», «...як видно з рис. 8», «...в табл. 2», «...за формулою (7)», «...в додатку А».

Таблиці з числовими даними, розміщені в додатках курсового проекту при їх рукописному заповненні виконують обчислювальним шрифтом (додаток Н). При оформленні графічних матеріалів курсового проекту використовують стандартний шрифт (Додаток П).

Список джерел

1. Войтенко С. П. Інженерна геодезія: підручник / С. П. Войтенко. – Київ: Знання, 2012. – 574 с.
2. Волосецький Е. І. Інженерна геодезія. Геодезичні роботи для проектування і будівництва водогосподарських та гідротехнічних споруд: Навчальний посібник – Львів: Видавництво національного університету «Львівська політехніка», 2003.
3. Пискунов М. Е., Крылов В. Н. Геодезия при строительствегазовых, водопроводных и канализационных сетей и сооружений. – М.: Стройиздат, 1989.
4. Курс инженерной геодезии: Учебник для вузов / Под ред. В. Е. Новака. – М.: Недра, 1989.
5. Лабораторный практикум по инженерной геодезии / Уч. Пособие для вузов / В. Ф. Лукьянов, В. Е. Новак, Н. Н. Борисов и др. – М.: Недра, 1990.
6. Ганьшин В. Н. Таблицы для разбивки круговых кривых / В. Н. Ганьшин, Л. С. Хренов. – М.: Недра, 1985.
7. Митин Н. А. Таблицы для разбивки круговых кривых на автомобильных дорогах / Н. А. Митин. – М.: Недра, 1971.
8. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, 2001.
9. Бабков В. Ф. Проектирование автомобильных дорог. – 2-е издание, ч.1. / В. Ф. Бабков, О. В. Андреев – М.: Транспорт, 1987. – 368 с.
10. СНИП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения.- М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.
11. Бібліографічний опис документів відповідно до ДСТУ 7.1:2006, запровадженого в дію в Україні 01.07.2007 : метод. реком. / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: Н. Б. Давидова, В. О. Статкус ; відп. за вип. О. М. Штангей. – 3-тє вид., перероб. і доп. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 23 с.
12. Російсько-український тлумачний словник основних термінів та понять з геодезії / Укл. Новицький В.В.- Харків : ХПМГ, 1993.
13. ДСТУ 2756-94. Геодезія. Терміни та визначення. К.: Держстандарт України, 1994.

Додаток А.

Вихідні дані до виконання курсового проекту

№	Висоти реперів, м		Робочі позначки, м				Дир. кут		Кути повороту траси			Радіуси заокруглень		Пікетажне значення кута повороту	
			Автодорога		Трубопровід		α		φ _{пр}		φ _{лев}				
	H _{Рп135}	H _{Рп147}	h _{ПК0}	h _{ПК9}	h _{ПК0}	h _{ПК9}	°	'	°	'	°	'	R ₁		R ₂
1	149.427	146.497	+0.98	+1.21	1.10	2.90	90	01	50	13	40	30	100	300	ПК 6 + 32
2	202.367	199.445	+1.30	-1.32	1.11	2.42	147	34	42	21	40	11	110	290	ПК 6 + 77
3	178.224	175.299	+1.35	-1.45	1.12	2.89	156	08	41	32	39	17	110	280	ПК 6 + 94
4	188.457	185.607	+1.27	-1.51	1.13	2.96	211	37	40	43	38	25	110	290	ПК 6 + 83
5	131.112	128.275	+1.08	+1.02	1.12	2.80	95	05	54	48	41	02	110	300	ПК 6 + 40
6	117.383	114.452	+1.24	+1.44	1.14	2.61	96	06	55	12	39	12	120	300	ПК 6 + 50
7	154.349	151.500	+1.40	-1.20	1.11	2.92	97	07	49	28	39	36	100	300	ПК 6 + 60
8	143.341	140.413	+1.33	+1.41	1.20	2.81	98	08	59	17	37	18	110	300	ПК 6 + 70
9	119.992	117.131	+0.86	-1.32	1.19	2.94	99	09	58	31	38	37	120	300	ПК 5 + 90
10	154.879	151.957	+1.45	-1.46	1.14	3.02	224	57	42	54	37	36	100	310	ПК 6 + 67
11	121.024	118.157	+1.48	-1.38	1.18	2.97	110	10	57	22	40	21	100	250	ПК 5 + 80
12	142.322	139.471	+1.62	-1.57	1.15	3.09	165	07	43	57	36	14	100	310	ПК 5 + 99
13	133.451	130.598	+1.55	+1.26	1.16	3.14	181	33	44	46	35	45	100	260	ПК 5 + 74
14	127.337	124.411	-0.66	+1.61	1.17	2.84	140	14	56	18	41	02	110	250	ПК 5 + 85
15	142.878	139.958	+1.41	+1.32	1.17	3.18	125	47	45	35	34	56	100	270	ПК 7 + 09
16	131.075	128.487	-0.84	+1.40	1.16	1.17	160	16	53	41	39	28	120	300	ПК 5 + 75
17	134.015	131.102	-0.95	-1.51	1.15	2.90	170	17	52	13	37	17	100	300	ПК 6 + 10
18	152.217	149.308	-1.10	-1.20	1.13	2.39	180	18	51	07	36	49	110	300	ПК 6 + 20
19	165.548	162.689	+1.38	+0.88	1.18	3.21	147	56	46	24	35	39	100	310	ПК 6 + 34
20	121.345	118.478	+1.35	-0.84	1.17	3.25	151	22	47	13	36	28	100	280	ПК 6 + 37

Продовження додатку А

№	Висоти реперів, м		Робочі позначки, м				Дир. кут		Кути повороту траси				Радіуси		Пікетажне значення кута повороту
			Автодорога		Трубопровід		α		φ _{пр}		φ _{лев}		заокруглень		
	H _{Pn135}	H _{Pn147}	h _{ПК0}	h _{ПК9}	h _{ПК0}	h _{ПК9}	°	'	°	'	°	'	R ₁	R ₂	
20	121.345	118.478	+1.35	-0.84	1.17	3.25	151	22	47	13	36	28	100	280	ПК 6 + 37
21	122.477	119.554	+1.31	-1.16	1.16	3.29	167	38	48	02	37	47	110	270	ПК 6 + 41
22	135.660	132.739	+1.28	-2.45	1.15	3.33	224	49	49	17	38	23	120	260	ПК 6 + 49
23	123.478	120.556	+1.12	-1.37	1.24	2.99	123	23	59	14	40	37	100	300	ПК 5 + 89
24	160.708	157.839	+1.25	-2.01	1.21	3.37	251	09	50	28	39	45	100	300	ПК 5 + 93
25	157.442	154.467	+1.21	+2.20	1.23	3.42	267	38	51	39	40	21	100	300	ПК 6 + 34
26	126.331	123.481	-0.91	+1.23	1.10	2.68	126	33	57	17	38	13	110	290	ПК 6 + 25
27	141.064	138.192	+1.50	+0.82	1.12	3.11	141	40	55	28	41	01	120	300	ПК 6 + 17
28	228.056	225.132	+1.62	-0.61	1.20	2.89	228	15	58	37	40	20	100	300	ПК 5 + 94
29	129.871	126.941	-1.14	-2.15	1.12	2.94	129	13	58	21	39	58	110	290	ПК 6 + 37
30	187.421	184.501	+1.17	+2.32	1.22	3.49	10	58	57	42	41	45	100	280	ПК 5 + 81
31	211.365	208.441	+1.15	+2.41	1.20	3.51	21	32	56	53	40	39	100	300	ПК 5 + 72
32	197.236	194.377	+1.13	+2.65	1.19	3.56	102	47	55	04	36	38	100	310	ПК 6 + 03
33	233.356	230.441	+1.26	+0.84	1.20	3.01	133	33	56	31	39	51	110	280	ПК 6 + 13
34	173.018	170.111	+1.18	-1.14	1.11	3.16	359	02	37	18	39	33	150	250	ПК 5 + 73
35	181.222	178.302	+0.83	+1.91	1.12	3.05	271	36	38	29	40	40	100	300	ПК 5 + 61
36	163.128	160.201	+0.86	-2.40	1.10	3.18	336	05	51	08	41	01	120	300	ПК 6 + 33
37	201.145	198.300	+0.88	+2.71	1.18	3.57	196	34	50	14	41	56	110	290	ПК 5 + 69
38	184.342	181.420	+0.90	-1.36	1.20	2.86	138	07	39	10	37	01	100	310	ПК 5 + 81
39	191.191	188.291	+0.92	-1.48	1.21	2.98	139	56	39	52	37	29	100	300	ПК 5 + 97
40	201.205	198.338	+0.94	+2.84	1.17	3.67	240	54	49	25	38	47	100	300	ПК 7 + 05

Продовження додатку А

№	Висоти реперів, м		Робочі позначки, м				Дир. кут		Кути повороту траси				Радіуси заокруглень		Пікетажне значення кута повороту
			Автодорога		Трубопровід		α		φ _{пр}		φ _{лев}				
	H _{Рп135}	H _{Рп147}	h _{ПК0}	h _{ПК9}	h _{ПК0}	h _{ПК9}	°	'	°	'	°	'	R ₁	R ₂	
41	289.761	286.854	+0.96	+2.94	1.16	3.63	236	41	48	36	37	58	100	300	ПК 7 + 11
42	261.102	258.232	-1.14	+1.22	1.22	2.91	121	51	40	10	38	31	110	300	ПК 5 + 79
43	232.452	213.867	+1.03	+2.99	1.15	3.71	197	11	47	47	39	04	110	300	ПК 5 + 98
44	216.718	213.871	+1.05	-1.56	1.23	2.97	271	16	42	56	39	02	110	280	ПК 6 + 10
45	203.314	200.402	+1.07	+1.29	1.24	2.99	302	44	44	13	39	58	120	280	ПК 6 + 21
46	191.016	188.167	-0.88	+1.10	1.18	3.02	351	16	46	22	40	03	120	290	ПК 6 + 32
47	177.304	174.459	+0.98	+0.89	1.16	3.14	356	21	47	38	40	49	130	290	ПК 6 + 43
48	165.007	162.097	-1.13	-2.06	1.14	3.73	174	35	46	58	37	16	120	300	ПК 5 + 89
49	112.451	109.529	+1.81	-0.81	1.13	3.11	301	41	45	17	37	21	120	300	ПК 5 + 85
50	150.051	147.134	-1.14	+2.76	1.14	3.22	150	50	39	51	41	02	130	300	ПК 6 + 21
51	122.346	119.502	-1.26	-2.56	1.13	3.78	121	47	45	06	40	27	100	300	ПК 6 + 13
52	133.017	130.154	-1.34	-2.64	1.12	3.81	134	15	44	47	35	54	100	310	ПК 6 + 27
53	164.437	161.512	-1,02	+1,81	1,09	2,98	153	53	48	33	37	57	120	300	ПК 5 + 70
54	225.331	222.480	+1.61	-2.73	1.11	3.85	112	08	43	28	42	12	110	290	ПК 6 + 22
55	254.018	251.171	+1.30	-2.12	1.12	3.07	281	19	41	14	39	18	140	250	ПК 5 + 91

Додаток Б
Зразок титульного аркушу курсового проекту

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова

Кафедра геоінформаційних систем,
оцінки землі та нерухомого майна

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ
з дисципліни

ГЕОДЕЗІЯ

на тему:

«Інженерно-геодезичні вишукування
траси лінійної споруди»

Виконала: студентка групи ГІС2012-3

_____Тесленко К.В.

Керівник: асистент каф. ГІС, ОЗ та НМ

_____Шаульський Д.В.

Харків – 2015

Додаток В

Бланк завдання на виконання курсового проекту

з дисципліни «Геодезія»

для студентів __ курсу напряму 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій»

Тема: Інженерно-геодезичні вишукування траси лінійної споруди

Вихідні дані

1. Пікетажний абрис траси (додаток Г):

- довжина траси – 900 м,
- дирекційний кут першої прямої ділянки траси $\alpha_{ПК0-ВК1} = \underline{\hspace{2cm}}$
- пікетажне значення вершин кутів повороту:

ВК1 ПК1+81.34; $\varphi^{пр} = \underline{\hspace{2cm}}$ $R = \underline{\hspace{2cm}}$

ВК2 ПК__+__; $\varphi^{лв} = \underline{\hspace{2cm}}$ $R = \underline{\hspace{2cm}}$

2. Журнал технічного нівелювання (додаток Е).

Висоти реперів $H_{Рп135} = \underline{\hspace{2cm}}$; $H_{Рп147} = \underline{\hspace{2cm}}$.

3. Вихідні данні для нанесення проектної лінії автодороги:

- ПК0 – точка примикання до існуючої автодороги ($h = \underline{\hspace{2cm}}$)
- ПК9 – точка примикання до існуючої автодороги ($h = \underline{\hspace{2cm}}$)

4. Вихідні данні для нанесення проектної лінії газопроводу (водопроводу):

- ПК0 – точка примикання до існуючої мережі ($h = \underline{\hspace{2cm}}$)
- ПК9 – точка примикання до існуючої мережі ($h = \underline{\hspace{2cm}}$)

Календарний графік

№	Назва розділу	Термін виконання
1	Розрахунок прямих і кривих ділянок плану траси автодороги; математична обробка результатів технічного нівелювання рельєфу місцевості по трасі лінійної споруди; складання поздовжнього профілю.	
2	Проектування траси автодороги; складання поперечних профілів; розрахунок об'ємів земляних робіт	
3	Розрахунок детального розмічування кривої; проектування поздовжнього профілю підземного трубопроводу	

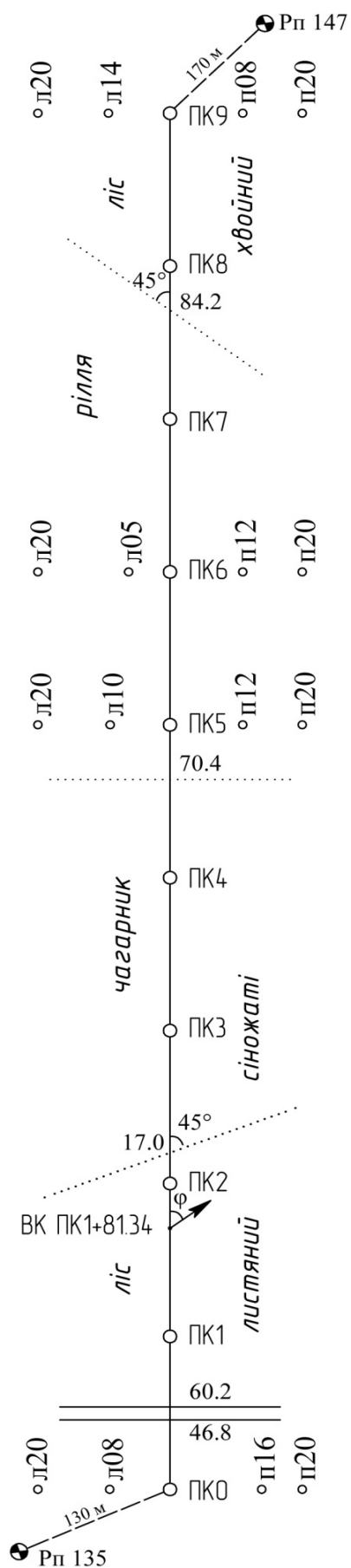
Завдання видав _____ «__» _____ 20__ р.

Завдання отримав _____ Варіант № _____

Додаток Г
Зміст курсового проекту

	Вступ.....
1	Розрахунок прямих і кривих ділянок траси автодороги.....
2	Математична обробка результатів технічного нівелювання рельєфу місцевості по трасі лінійної споруди.....
3	Складання поздовжнього профілю.....
4	Проектування траси автодороги.....
5	Складання поперечних профілів.....
6	Розрахунок об'ємів земляних робіт.....
7	Детальне розмічування кругової кривої.....
	7.1 Спосіб прямокутних координат.....
	7.2 Спосіб полярних координат.....
	7.3 Спосіб продовжених хорд
8	Проектування поздовжнього профілю підземного трубопроводу.....
	2.8.1 Проектування профілю газопроводу.....
	2.8.2 Проектування профілю водовідвідного трубопроводу.....
	Висновки.....
	Перелік посилань.....
	Список джерел.....
	Додаток А Пікетажний журнал траси.....
	Додаток Б Відомість кутів повороту прямих і кривих.....
	Додаток В Журнал технічного нівелювання місцевості по трасі лінійної споруди.....
	Додаток Г Поздовжній профіль автодороги від ПК0 до ПК9.....
	Додаток Д Поперечні профілі автодороги на ПК0, ПК5, ПК6, ПК9.....
	Додаток Е Відомість підрахунку об'ємів земляних робіт.....
	Додаток Ж Креслення детального розмічування кривої способом прямокутних координат.....
	Додаток З Креслення детального розмічування кривої способом полярних координат.....
	Додаток И Креслення детального розмічування кривої способом продовжених хорд
	Додаток К Поздовжній профіль трубопроводу від ПК0 до ПК9.....

Додаток Д
Пікетажний журнал траси



Кут повороту траси $\varphi^{пр} = 48^\circ 22'$; $\varphi^{лв} = 34^\circ 36'$

Радіус повороту $R_1 = 100$ м; $R_2 = 310$ м.

Основні елементи кругової кривої

$T = 44.91$ м;

$T = 96.55$ м;

$K = 84.42$ м;

$K = 187.20$ м;

$B = 9.62$ м;

$B = 14.69$ м;

$D = 5.40$ м.

$D = 5.90$ м.

Розрахунок пікетажного положення головних
точок кругової кривої

ВК	ПК1+81.34
-T	<u>44.91</u>
ПК	ПК1+36.43
+K	<u>84.42</u>
КК	ПК2+20.85

ВК	ПК5+92.34
-T	<u>96.55</u>
ПК	ПК4+95.79
+K	<u>187.20</u>
КК	ПК6+82.99

Контроль:

ВУ	ПК1+81.34
+T	<u>44.91</u>
Σ	ПК2+26.25
-D	<u>5.40</u>
КК	ПК2+20.85

ВУ	ПК5+92.34
+T	<u>96.55</u>
Σ	ПК6+88.89
-D	<u>5.90</u>
КК	ПК6+82.99

Додаток Е
Відомість кутів повороту прямих і кривих

Вершина кута		Кут повороту, φ		Елементи кругової кривої					Початок кривої		Кінець кривої		Пряма	Дирекційний кут, α
ПК	+	лівий	правий	R	T	K	Б	Д	ПК	+	ПК	+		
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	81.34	-	48°22'	100	44.91	84.42	9.62	5.40	1	36.43	2	20.85	136.43	20°00'
5	92.34	34°36'	-	310	96.55	187.20	14.69	5.90	4	95.79	6	82.99	274.94	68°22'
													217.01	33°24'

46

Виконав: ст. гр. _____ ПІБ _____

Додаток Ж

Журнал технічного нівелювання місцевості по трасі лінійної споруди

№ станцій	№ точок	ВІДЛІКИ			ПЕРЕВИЩЕННЯ						Гори- зонт інстру- мента	Абсо- лютні відмітки
		по рейці			Обчислені		Середні		Виправлені			
		Зад- ні	Пере- дні	Промі- жні	+	-	+	-	+	-		
1	Рп135	2854					-4				152.281	149.427
		7636			2020		2018		2014			
	ПК0		0834		2016							151.441
			5620									
	ПК0 л08			2999								149.282
	ПК0 л20			2602								149.679
	ПК0 п16			2510								149.771
	ПК0 п20			2165								150.116
2	ПК0	1265						-4				151.441
		6048				0335		0334		0338		
	ПК1		1600			0333						151.103
			6381									
3	ПК1	1417					-4					151.103
		6199			0580		0580		0576			
	ПК2		0837		0579							151.679
			5620									
4	ПК2	1668						-4			153.347	151.679
		6449				0850		0851		0855		
	ПК3		2518			0852						150.824
			7301									
	ПК2+40			1114								152.233
5	ПК3	1428						-4				150.824
		6210				0750		0752		0756		
	ПК4		2178			0754						150.068
			6964									
6	ПК4	1202						-4				150.068
		5984				1321		1320		1324		
	ПК5		2523			1319						148.744
			7303									
	ПК5 л05			0754								
	ПК5 л20			1994								
	ПК5 п12			1764								
	ПК5 п20			1354								
Посторінковий контроль		ΣU ₃	ΣU _п		Σh +	Σh -	Σh +	Σh -				
		48360	49679		5195	6514	2598	3257				
	½(ΣU ₃ - ΣU _п) = -659.5			½(Σh ⁰ + Σh ^Δ) = -659.5			Σh _{ср} = -0659					

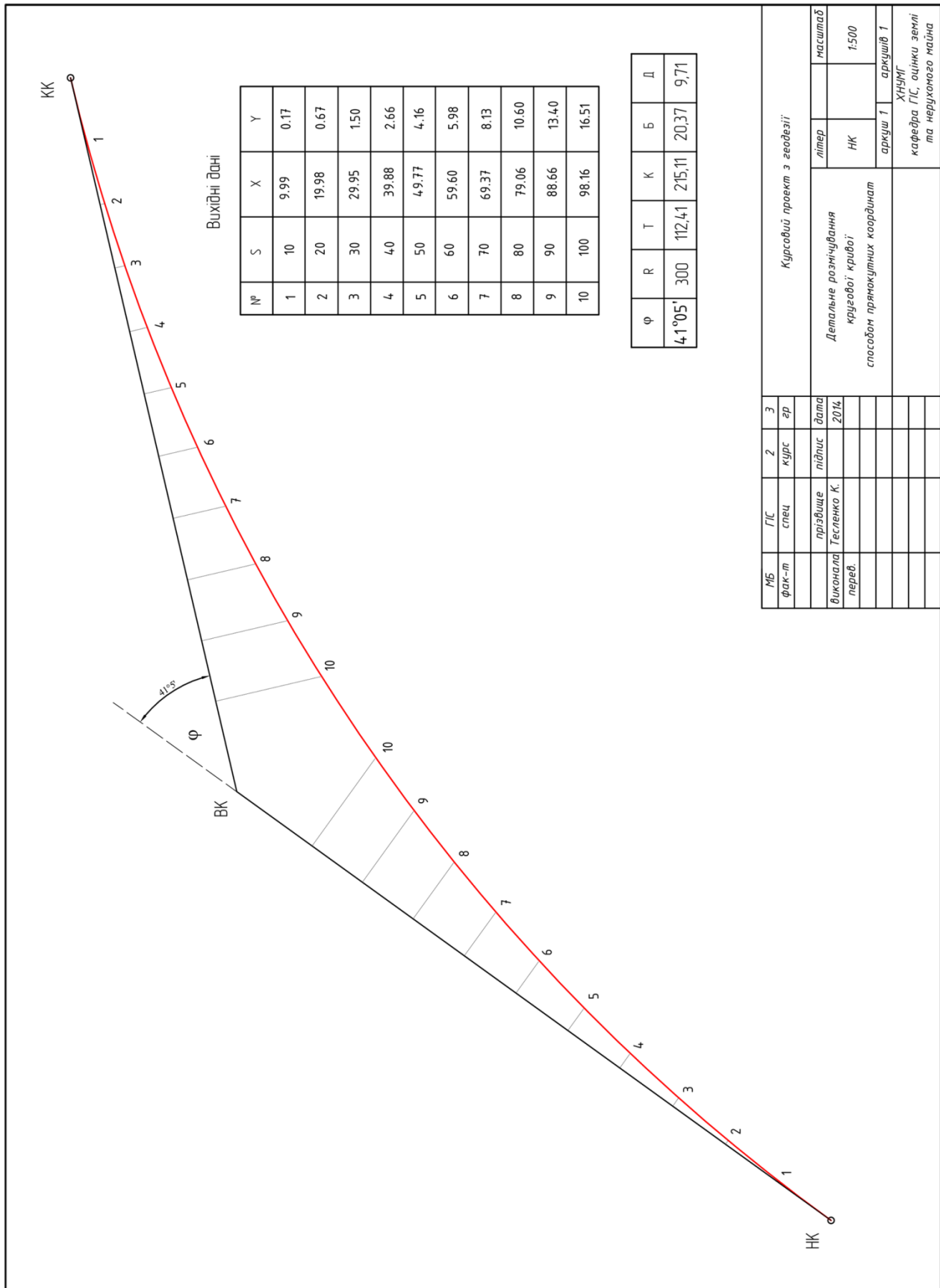
Продовження додатку Ж

№ станцій	№ точок	ВІДЛІКИ			ПЕРЕВИЩЕННЯ						Гори-зонт інстру-мента	Абсо-лютні відмітки
		по рейці			Обчислені		Середні		Виправлені			
		Зад-ні	Пере-дні	Промі-жні	+	-	+	-	+	-		
7	ПК5	1471						-4			150.215	148.744
		6225				1278		1278		1282		
	ПК6		2749			1279						147.462
			7504									
	ПК5+45			0004								150.211
	ПК6 л10			2482								147.733
	ПК6 л20			2160								148.055
	ПК6 п12			3002								147.213
	ПК6 п20			3425								146.790
8	ПК6	2134					-4					147.462
		6915			0115		0115		0111			
	ПК7		2019		0115							147.573
			6800									
9	ПК7	1287					-4					147.573
		6069				1054		1053		1057		
	ПК8		2341			1052						146.516
			7121									
10	ПК8	1103					-5				147.619	146.516
		5885				1331		1329		1334		
	ПК9		2434			1327						145.182
			7212									
	ПК8+80			2667								144.952
	ПК9 л14			2099								145.520
	ПК9 л20			2593								145.026
	ПК9 п08			3167								144.452
	ПК9 п20			2793								144.826
11	ПК9	1737					-5					145.182
		6519			1321		1320		1315			
	Рп147		0416		1319							146.497
			5200									
Посторінковий контроль		ΣU ₃	ΣU _п		Σh +	Σh -	Σh +	Σh -				
		39345	43796		2870	7321	1435	3660				
		½(ΣU ₃ - ΣU _п) = -2225.5		½(Σh ⁰ + Σh ^A) = -2225		Σh _{ср} = -2225						
Загальний контроль		ΣU ₃	ΣU _п		Σh +	Σh -	Σh +	Σh -				
		87705	93475		8065	13835	4033	6917				
		½(ΣU ₃ - ΣU _п) = -2885		½(Σh ⁰ + Σh ^A) = -2885		Σh _{ср} = -2884						
							Σh _т = -2930					
							f _h = 46					
							f _{дон} = ±50√L = ±55 мм					

Додаток 3
Відомість підрахунку об'ємів земляних робіт

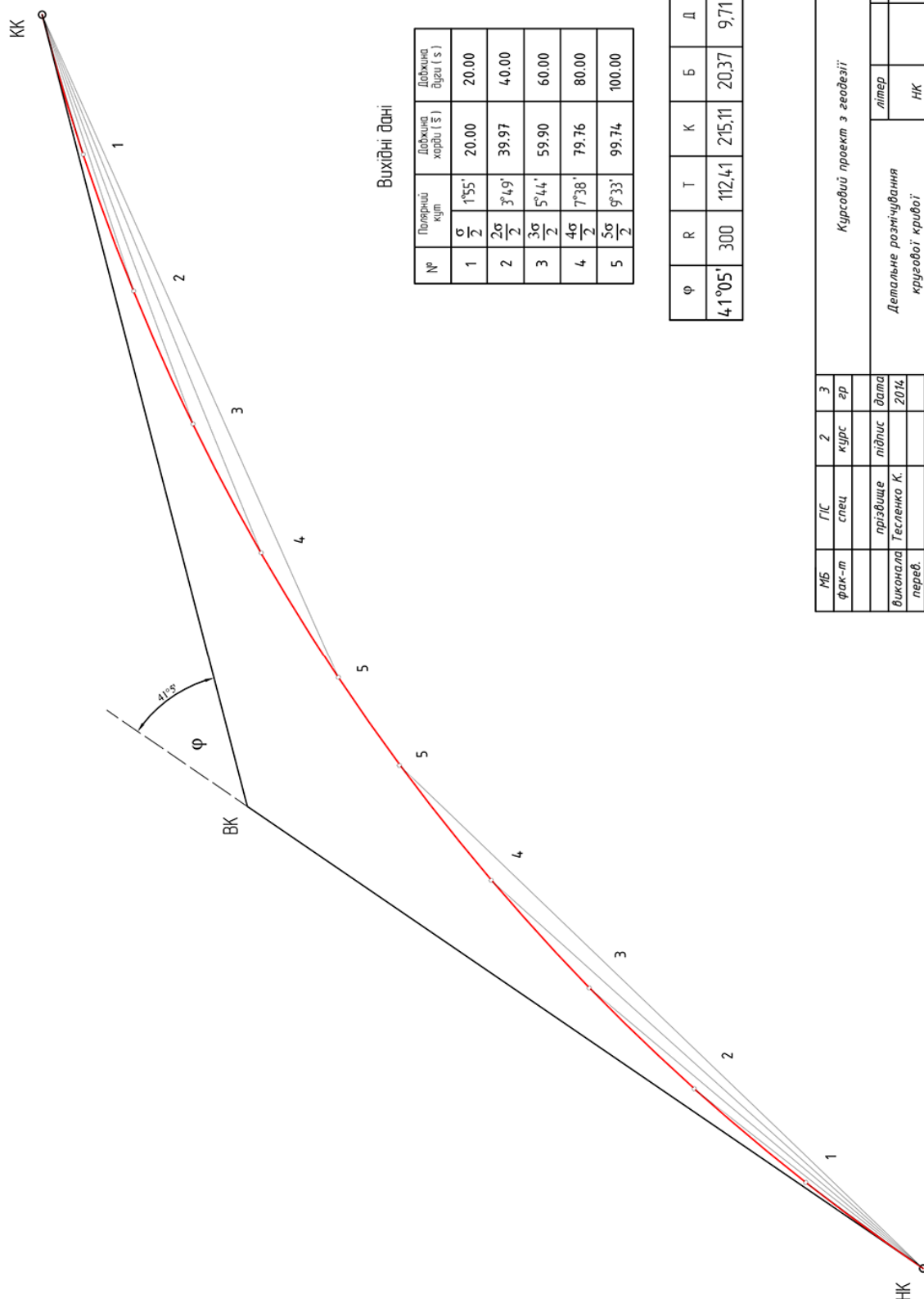
ПК ПЛЮС	L, м	B, м	h, м	$h_1 + h_2$	$(h_1 + h_2)^2$	$h_1 \cdot h_2$	Об'єм, м ³	
							виїмки	насипу
0			1.31					
	100	10		1.78	3.16	0.62	1017	
1			0.47					
	100	10		1.02	1.04	0.26	549	
2			0.55					
	40	10		1.65	2.72	0.61	372	
+40			1.10					
	33	10		1.10	1.21	0	201	
+73			0					
	27	10		0.90	0.81	0		132
3			0.90					
	100	10		1.96	3.84	1.76		1084
4			1.06					
	100	10		2.35	5.52	1.37		1382
5			1.29					
	26.27	10		1.29	1.66	0		191
+26.27			0					
	18.73	10		0.92	0.85	0	94	
+45			0.92					
	21.17	10		0.92	0.85	0	106	
+66.17			0					
	33.83	10		1.47	2.16	0		285
6			1.47					
	100	10		1.73	2.99	0.38		996
7			0.26					
	22.61	10		0.26	0.07	0		30
+22.61			0					
	77.39	10		0.89	0.79	0	375	
8			0.89					
	80	10		1.55	2.40	0.59	692	
+80			0.66					
	20	10		2.34	5.48	1.11	278	
9			1.68					
Σ							3684	4100

Додаток И
Креслення детального розмічування кривої
способом прямокутних координат



Додаток К

Креслення детального розмічування кривої способом полярних координат



Вихідні дані

№	Полетный курс	Время полета (с)	Время полета (с)	Время полета (с)
1	$\frac{0}{2}$	1'55"	20.00	20.00
2	$\frac{2\sigma}{2}$	3'49"	39.97	40.00
3	$\frac{3\sigma}{2}$	5'44"	59.90	60.00
4	$\frac{4\sigma}{2}$	7'38"	79.76	80.00
5	$\frac{5\sigma}{2}$	9'33"	99.74	100.00

φ	R	T	K	Б	Д
41°05'	300	112,41	215,11	20,37	9,71

						Курсовий проект з геодезії			
МБ	ГПС	2	3						
фак-т	спец	курс	ар						
				Детальне розмічування кругової кривої способом полярних координат					
Виконала	прізвище	підпис	дата						
переф.	Тесленко К.	20 14.							
				літер		масштаб			
				НК		1:500			
				аркуш 1		аркушів 1			
				ХНУМГ					
				кафедра ГПС, оцінки землі та нерухомого майна					

Додаток М.
Зразки оформлення штампу графічних матеріалів

55	Буд.	ГІС	2	3	Курсовий проект з геодезії			
	фак-т	спец	курс	гр				
	17	23	15	10	50			
		прізвище	підпис	дата	Поздовжній профіль автодороги від ПК0 до ПК 9	літер	17	масштаб
	виконав			2015		15	гор.	1:2000
	перев.	Шаульський				НК	верт.	1:200
						20		
					70			
					аркуш 1 аркушів 1			
					ХНУМГ ім. О.М. Бекетова кафедра ГІС, оцінки землі та нерухомого майна			
				185				

Буд.	ГІС	2	3	Курсовий проект з геодезії			
фак-т	спец	курс	гр				
	прізвище	підпис	дата	Поздовжній профіль газопроводу від ПК0 до ПК 9	літер		масштаб
виконав			2015		НК	гор.	1:2000
перев.	Шаульський					верт.	1:200
				аркуш 1 аркушів 1			
				ХНУМГ ім. О.М. Бекетова кафедра ГІС, оцінки землі та нерухомого майна			

Буд.	ГІС	2	3	Курсовий проект з геодезії			
фак-т	спец	курс	гр				
	прізвище	підпис	дата	Поздовжній профіль водовідвідного трубопроводу від ПК0 до ПК 9	літер		масштаб
виконав			2015		НК	гор.	1:2000
перев.	Шаульський					верт.	1:200
				аркуш 1 аркушів 1			
				ХНУМГ ім. О.М. Бекетова кафедра ГІС, оцінки землі та нерухомого майна			

Додаток Н.
Обчислювальний шрифт*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

6 017 804,4	295°38'16"	295,6
7 834,2	160°23'45"	183,1
7 674,0	495°20'58"	140,4
7 583,7	67°06'34"	399,2
6 903,5	18°49'05"	295,1

* Висота цифр 1 і 0 дорівнюють одній одиниці вимірювання, всіх інших – 1.5 одиниці вимірювання. Причому, парні цифри на $\frac{1}{3}$ вище за 1 і 0, а непарні – на $\frac{1}{3}$ нижче за 1 і 0.

Аа, Бб, Вв, Гг, Дд,
Ее, Ёё, Жж, Зз, Ии, Іі,
Її, Йй, Кк, Лл, Мм, Нн,
Оо, Пп, Рр, Сс, Тт, Уу,
Фф, Хх, Цц, Чч, Шш,
Щщ, Ъъ, Юю, Яя.
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Розмір шрифту

Параметри	Розмір, мм						
Висота великих букв	2.5	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0
Висота маленьких букв	1.8	2.5	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0
Відстань між буквами	0.35	0.5	0.7	1.0	1.4	2.0	2.8
Мінімальна відстань між словами	1.1	1.5	2.1	3.0	4.2	6.0	8.4
Товщина ліній	0.18	0.25	0.35	0.5	0.7	1.0	1.4

Навчальне видання

Методичні вказівки
до виконання курсового проекту
з дисципліни

ГЕОДЕЗІЯ

*(для студентів 3 курсу заочної форми навчання напряму підготовки
6.080101 Геодезія, картографія та землеустрій)*

Укладач **ШАУЛЬСЬКИЙ** Дмитро Васильович

Відповідальний за випуск *О. Є. Поморцева*

За авторською редакцією

Комп'ютерний набір і верстання *Д. В. Шаульський*

План 2014, поз.56М

Підп. до друку 30.06.2015
Друк на ризографі
Зам. №

Формат 60 x 84/16
Ум. друк. арк. 2,1
Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК №4705 від 28.03.2014 р.